

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

SELEÇÃO DE SÍTIOS E PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE DE CULTIVO DE
CAMARÕES MARINHOS COM BASE EM GEOTECNOLOGIAS.

Tese submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
UFSC para obtenção do título de
Doutor.

ELPÍDIO BELTRAME

Orientador: Prof. Dr. Jarbas Bonetti Filho

Florianópolis, 2003

Dedico este trabalho a minha esposa Ângela da Veiga Beltrame, aos meus filhos Eduardo da Veiga Beltrame e Beatriz da Veiga Beltrame, por estarem no centro de minha vida. Aos meus pais Orandino Beltrame e Cecília Beltrame, pela sabedoria, simplicidade e amor que orientaram para a vida.

AGRADECIMENTOS

O autor deseja expressar seus sinceros agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Jarbas Bonetti Filho pelo exemplo que me tem proporcionado na condução deste trabalho, pela amizade e dedicação.

À Universidade Federal de Santa Catarina por me conceder a oportunidade de realizar o doutorado.

À Professora Carla Bonetti, pela amizade, sua dedicação e disponibilidade para construir e melhorar sempre este trabalho.

Aos Professores Edemar Roberto Andreatta e Walter Quadros Seiffert, que além da amizade lutaram pelo crescimento da atividade do cultivo de camarões, motivo da nossa realização profissional e minha oportunidade em desenvolver este trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, pelo acolhimento e aprendizado.

Ao grupo do Laboratório de Camarões Marinhos pelo apoio e motivação que sempre me proporcionam.

Ao Laboratório de Oceanografia Costeira, pela oportunidade de crescimento profissional, em especial aos Professores Jarbas Bonetti Filho, Carla C. Bonetti e sua equipe Adriano Py Chludinski, Denis A. Oliveira, Rafael Santos, Mário L. M. Pereira e Alexandre V. Campos

Ao grupo da EPAGRI – (PEDCC), Sérgio Winckler da Costa, Joel Gaspar de Souza, Albertino Zampareti, José Cerilo Calegaro, Fernando Schlickmann Júnior, Bento Garcia, Pedro Mendes Martins Lemos, Paulo Padilha, Elizabeth Lemos Remor, Juninho, Fernando Worma, pelo exemplo de parceria e pela contínua disponibilidade.

Ao Professor Joel Pelerin, pela amizade e disposição de sempre servir.

À Professora Ângela da Veiga Beltrame, pela motivação apoio em todos os passos de minha vida e aos meus filhos Eduardo da V. Beltrame e Beatriz da V. Beltrame, pela paciência.

Ao Professor do Departamento de Engenharia Rural, Ayrton Auzani Uberti, pelo apoio no levantamento dos tipos de solos.

Ao Roque Sanchez Dalotto, amigo e parceiro no processamento dos dados.

À Associação Catarinense de Criadores de Camarões em especial a Adílio Moreira da Costa, Gilberto da Silva, Adilson dos Anjos e todos os produtores que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca pela dedicação e empenho na revisão desta obra.

Ao Joel Pacheco pela composição da capa.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	iii
SUMÁRIO	iv
<i>Lista de figuras</i>	<i>ix</i>
<i>Lista de tabelas</i>	<i>xi</i>
<i>Lista de mapas</i>	<i>xii</i>
<i>Lista de siglas</i>	<i>xiii</i>
RESUMO	xiv
ABSTRACT	xv
SEÇÃO I: CARACTERIZAÇÃO DA TEMÁTICA	1
CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO	1
1.1 - Estágio atual da atividade de carcinicultura	1
1.2 - Problemática	7
1.3 - Justificativa	10
1.4 - Objetivo geral	13
1.4.1 - Objetivos específicos	13
CAPÍTULO 2 - ORIENTAÇÃO PARA O PLANEJAMENTO E MANEJO SUSTENTÁVEL DA CARCINICULTURA	15
2.1 - Introdução	15
2.1.1 - Desenvolvimento e sustentabilidade	15
2.1.2 - Custos e benefícios do desenvolvimento da carcinicultura	17
2.1.3 - Necessidades de planejamento do setor	19
2.2 - Aqüicultura e o manejo integrado dos recursos costeiros	20
2.3 - O planejamento no Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões.	22
2.4 - Legislação brasileira e estadual	23
SÍNTESE DA SEÇÃO I	29

SEÇÃO II. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	30
CAPÍTULO 3 - O COMPLEXO LAGUNAR	30
3.1 – Introdução	30
3.2 – Clima	32
3.3 – Tipos de Solos	33
3.3.1 - Solos de Origem Mineral	35
3.3.2 - Solos Orgânicos	37
3.4 - Cobertura Vegetal do Complexo Lagunar	37
3.4.1 – Fisiografia da zona costeira e diversidade vegetal	37
3.4.2 - Fitofisionomia e espécies vegetais da zona costeira	40
3.4.3 – Cobertura vegetal e uso atual do solo	44
3.5 – Características hidrográficas	48
3.6 - Caracterização oceanográfica dos corpos lagunares	49
3.6.1 - Comportamento hidrodinâmico das desembocaduras	53
3.6.2. Distribuição espacial das propriedades físico-químicas	60
3.6.3 - Qualidade da Água	64
3.6.3.1- Variabilidade espacial dos nutrientes dissolvidos	66
SÍNTESE DA SEÇÃO II	70
SEÇÃO III – SELEÇÃO DE ÁREAS COM APTIDÃO PARA O CULTIVO DE CAMARÕES MARINHOS E O PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE	71
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA	71
4.1 - Bases teóricas	71
4.2 – Procedimento metodológico geral	75
CAPÍTULO 5 - ESCALA REGIONAL	79
5.1 – Introdução	79
5.2 - Abrangência da área de estudo	80
5.3 - Obtenção da base cartográfica	80
5.4 - Imagens de satélite	82

5.4.1 - Processamento das imagens	82
5.4 – Critérios para indicação das áreas potenciais	84
5.4.1 – Altimetria	84
5.4.2 - Disponibilidade de água salgada	84
5.4.3 - Unidades de conservação	86
5.5 - Criação dos Planos de Informação (PI)	86
5.6 – Relacionamento dos Planos de Informação e definição das áreas potenciais	87
CAPÍTULO 6 - ESCALA LOCAL	92
6.1 - Introdução	92
6.2 – Produtos do Sensoriamento Remoto	95
6.2.1 - Imagem de satélite	95
6.2.2 - Fotos aéreas	96
6.3 - Definição dos critérios para escolha das áreas	98
6.3.1 – Topografia	98
6.3.2 - Vegetação e uso do solo	99
6.3.3 – Restrições legais	102
6.3.4 - Captação de água.	102
6.3.5 – Drenagem da água	104
6.3.6 – Solos	106
6.3.7 - Índice hidrológico	110
6.3.7.1 – Salinidade	111
6.3.7.2 – pH	112
6.3.7.3 – Turbidez	114
6.3.7.4 - Oxigênio Dissolvido	115
6.3.7.5 – Obtenção do índice hidrológico	116
6.4 – Zoneamento das áreas com aptidão para o cultivo	120
CAPÍTULO 7 - ESCALA DE IMPLANTAÇÃO DE FAZENDAS	124
7.1 – Introdução	124
7.2 - Aspectos legais	126
7.3 – Material necessário para o planejamento e elaboração do projeto	127

7.3.1 - Fotos aéreas e sobrevôo	128
7.3.2 - Cadastro técnico das propriedades	128
7.3.3 - Planta topográfica	130
<i>7.4 - Critérios selecionados para planejamento e elaboração do projeto das unidades de produção</i>	<i>132</i>
7.4.1 - Levantamento plani-altimétrico na escala 1:10.000	132
7.4.2 – Cobertura vegetal e uso atual do solo	133
7.4.3 - Solos	133
7.4.4 - Qualidade de água	133
7.4.5 - Captação e drenagem da água	134
7.4.6 - Restrições legais	134
7.5 – Planejamento das unidades de produção	135
7.6 – Resultado do planejamento integrado das unidades de produção	137
<i>CAPÍTULO 8 - GERAÇÃO DE UM SIG ASSOCIADO A BANCO DE DADOS RELACIONAL PARA ACOMPANHAMENTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO</i>	<i>143</i>
8.1 - Estruturação do SIG	143
8.2 - Mapeamento das unidades de produção	143
8.3 - Formação do banco de dados de produção	144
8.4 - Análise e interpretação dos dados de produção	147
<i>SÍNTESE DA SEÇÃO III</i>	<i>150</i>
<i>SEÇÃO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS</i>	<i>151</i>
<i>CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES</i>	<i>151</i>
<i>CAPÍTULO X – RECOMENDAÇÕES</i>	<i>153</i>
<i>CAPÍTULO XI- REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>154</i>
<i>ANEXO I</i>	<i>167</i>
1.1 – Projeto técnico	167
1.1.1 - Identificação do empreendedor	167
1.1.2 – Dimensionamento do projeto	168
1.1.3 - Investimento	177

1.1.4 - Avaliação Econômica do Empreendimento	177
1.1.5 - Processo produtivo	180
1.2 – Plano de Controle Ambiental (PCA)	189
1.2.1 - Controle ambiental durante a construção	189
1.2.2 – Controle ambiental durante o processo produtivo	191
1.3 – Plano de Monitoramento Ambiental (PMA)	195
1.3.1 - Responsabilidade técnica	195
1.3.2 – Parâmetros do monitoramento ambiental e definição dos pontos de amostragem	195

Lista de figuras

<i>Figura 1 – Evolução da Aquicultura mundial de 1970 a 1999 (FAO, 2001).</i>	4
<i>Figura 2 – Evolução da produção de camarões marinhos no Brasil desde 1997. (ABCC, 2002).</i>	5
<i>Figura 3 - Bloco-diagrama representativo dos limites da área de estudo.</i>	31
<i>Figura 4 – Aspectos da vegetação de transição na Lagoa Santo Antônio, município de Laguna.</i>	41
<i>Figura 5 – Associações vegetais situadas na área das dunas semi-fixas e brejos da restinga. Fonte: KLEIN (1984).</i>	41
<i>Figura 6 – Foto de butizeiro – Laguna, Santa Catarina</i>	42
<i>Figura 7 - Associações vegetais situadas na anteduna da restinga. Fonte: KLEIN (1984).</i>	43
<i>Figura 8 - Posicionamento das estações de amostragem no Complexo Lagunar.</i>	50
<i>Figura 9 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Canal de Laguna durante 13 horas (março de 2001).</i>	55
<i>Figura 10 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Canal da Barra da Lagoa do Camacho no período de 13 horas.</i>	57
<i>Figura 11– Condições da água no canal da Barra da Lagoa do Camacho em diferentes condições meteorológicas.</i>	58
<i>Figura 12 – Barra da Lagoa de Santo Antonio e foz do Rio Tubarão na Barra de Laguna - Complexo Lagunar – Sul do Estado de Santa Catarina.</i>	59
<i>Figura 13 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Rio Tubarão durante 13 horas (março de 2001).</i>	60
<i>Figura 14 – Distribuição espacial da salinidade, pH e turbidez ao longo do gradiente fluvio marinho das lagoas de Santo Antônio e Imaruí.</i>	61
<i>Figura 15 - Distribuição espacial da salinidade, pH e turbidez ao longo do gradiente fluvio-marinho do curso inferior do Rio Tubarão.</i>	63
<i>Figura 16 – Proposta de setorização da Lagoa do Camacho/Garopaba do Sul a partir da integração multivariada de descritores biológicos e físicos-químicos.</i>	64
<i>Figura 17 – Distribuição de nutrientes nitrogenados dissolvidos superfície e fundo ($N-NH_3$, $N-NO_3$ e $N-NO_2$ $mg.l^{-1}$), Complexo Lagunar (2002).</i>	68
<i>Figura 18 – Distribuição de nutrientes dissolvidos superfície e fundo (PO_4 $mg.l^{-1}$), Complexo Lagunar (2002).</i>	69
<i>Figura 19- Distribuição de nutrientes dissolvidos superfície e fundo (SiO_2 - $mg.l^{-1}$), Complexo Lagunar, (2002).</i>	
Erro! Indicador não definido.	
<i>Figura 20 - Dois caminhos de vínculos para diferentes níveis de planejamento (Adaptado da FAO, 1993).</i>	74
<i>Figura 21 – Roteiro metodológico, com detalhamento da Escala Regional.</i>	76
<i>Figura 22 – Roteiro metodológico, Escala Local.</i>	77
<i>Figura 23 – Roteiro metodológico, Escala de Implantação.</i>	78
<i>Figura 24 – Imagem de satélite LANDSAT-7 ETM+, composição colorida bandas 8,2,1 (1999).</i>	83
<i>Figura 25 – Modelo Digital de Terreno escala local, Município de Laguna</i>	93
<i>Figura 26 – Imagem de satélite como base de atualização cartográfica (ArcView).</i>	96
<i>Figura 27 – Foto aérea, vista da localidade de Campos Verde, resolução 300 dpi, vôo abril/2002.</i>	97

<i>Figura 28 – Função correspondente ao IS de acordo com o valor encontrado para cada pontuação do solo.</i>	110
<i>Figura 29 – Relação entre os valores de salinidade e seus respectivos pesos .</i>	112
<i>Figura 30 – Representação das equações e suas respectivas retas para pH da água de acordo com os intervalos de classe adotados.</i>	114
<i>Figura 31 - Representação da equação e curva para turbidez da água de acordo com os intervalos de classe adotados.</i>	115
<i>Figura 32 - Representação da equação da reta para oxigênio dissolvido na da água de acordo com os intervalos de classe adotados.</i>	116
<i>Figura 33 – Índice Hidrológico (IH) e a equação de redistribuição dos valores finais de cada estação em nota no intervalo de 0 a 10.</i>	117
<i>Figura 34 – Índice hidrológico indicando a qualidade de água para o cultivo de camarões marinhos no Complexo Lagunar, envolvendo a salinidade, oxigênio dissolvido, turbidez e pH.</i>	118
<i>Figura 35 – Curva de redistribuição das classes de aptidão dos pontos obtidos na imagem final.</i>	121
<i>Figura 36 – Planta topográfica da propriedade da COOPERSANTA.</i>	131
<i>Figura 37 – Exemplo da visualização obtidos em tela da integração dos dados de produção com a espacialização das unidades de produção.</i>	149
<i>Figura 38 – Exemplo da visualização obtida em tela da integração dos dados de monitoramento associado ao ambiente e as unidades de produção.</i>	149
<i>Figura 39 – Planta baixa, projeto COOPERSANTA Módulo I. Distribuição dos viveiros, canais de drenagem e recirculação, comportas de drenagem e abastecimento e canais de abastecimento. PEDCC.</i>	169
<i>Figura 40 – Representação gráfica dos cortes transversais dos taludes, canais de recirculação, canal de abastecimento e viveiro de tratamento e recirculação. Projeto COOPERSANTA Módulo I, PEDCC.</i>	171
<i>Figura 41 – Planta baixa da estação de bombeamento 1 do projeto COOPERSANTA módulo I.</i>	173
<i>Figura 42 – Planta baixa e corte longitudinal da comporta de drenagem (despesca), projeto COOPERSANTA, módulo I.</i>	175
<i>Figura 43- Foto do canal natural existente por onde passará o canal de drenagem coletivo.</i>	176

Lista de tabelas

<i>Tabela 1 - Caracterização das fazendas de cultivo de camarões de Santa Catarina em 2000, em relação à área cultivada.</i>	6
<i>Tabela 2 – Dados de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, disco de Secchi e sedimentos na Lagoa de Santa Marta (SM) e Camcho/Garopaba do Sul(C).</i>	51
<i>Tabela 3 – Dados de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, disco de Secchi e sedimentos nas Lagunas de Santa Antônio, Imaruí(L) e Rio Tubarão(T) em março de 2000 e junho 2001.</i>	52
<i>Tabela 4 - Medidas de qualidade da água obtidas no Complexo Lagunar em diferentes períodos pelos projetos FATMA/FEESC (1984), PROVIDA (1993) e LOC/LCM - UFSC (2001, inédito). Os limites previstos pela Resolução no. 20 do CONAMA (1986) referem-se à Águas Salobras, Classe B.</i>	66
<i>Tabela 5 – Classificação do peso dos intervalos para os diferentes pontos de drenagem das águas de cultivo.</i>	106
<i>Tabela 6 – Intervalo de pH e textura para os diferentes tipos de solos classificados no município de Laguna (segundo EMBRAPA, 1999).</i>	109
<i>Tabela 7 - Classificação do pH e os tipos de textura em intervalos com os pesos correspondentes, de acordo com o grau de aptidão para a carcinicultura.</i>	109
<i>Tabela 8 – Pontuação, do solo obtido pela multiplicação das classes de solos de acordo com o pH e a textura.</i>	110
<i>Tabela 9 – Classificação dos intervalos estabelecidos para as variáveis selecionadas e seus respectivos pesos.</i>	111
<i>Tabela 10 - Intervalo de classe, valor da classe e peso dos parâmetros para obtenção do índice hidrológico (IH).</i>	117
<i>Tabela 11 – Distribuição do índice hidrológico(IH) em classes de aptidão para carcinicultura</i>	118
<i>Tabela 12 – Distribuição de pesos para os critérios que integram a escala local.</i>	120
<i>Tabela 13 - Quantificação das áreas com os diferentes classes de aptidão.</i>	121
<i>Tabela 14 – Investimento para instalação do projeto COOPERSANTA, módulo I.</i>	177
<i>Tabela 15 – Custo de produção para operação do I Módulo da COOPERSANTA.</i>	178
<i>Tabela 16 – Valor total da produção relativo ao primeiro módulo da COOPERSANTA.</i>	178
<i>Tabela 17 – Demonstrativo financeiro do projeto COOPERSANTA, módulo I.</i>	179
<i>Tabela 18 - Valores e metas a serem alcançados para o controle de efluentes derivados dos viveiros de camarão marinho em comparação aos limites do CONAMA n. 20/86 e FATMA.</i>	196

Lista de mapas

<i>Mapa 1 - Tipos de solos do município de Laguna.</i>	34
<i>Mapa 2 - Cobertura vegetal e o uso atual do solo do Município de Laguna.</i>	46
<i>Mapa 3 – Base cartográfica da área de estudo – Escala regional.</i>	81
<i>Mapa 4 – Critério: Altimetria, cotas menores que 10 m – Escala regional</i>	85
<i>Mapa 5 – Critério: Distância da água salgada para abastecimento – Escala regional</i>	88
<i>Mapa 6 – Critério: Unidades de conservação – Escala regional.</i>	89
<i>Mapa 7 – Áreas potenciais para o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos – Escala regional.</i>	90
<i>Mapa 8 - Base cartográfica do município de Laguna – Escala local.</i>	94
<i>Mapa 9 - Critério: Topografia, cotas entre 0 e 6,0 m - Escala local</i>	100
<i>Mapa 10 - Critério: Vegetação e uso do solo re-classificado - Escala local.</i>	101
<i>Mapa 11 - Critério: Restrição legal – afastamento dos corpos de água - Escala local.</i>	103
<i>Mapa 12 - Critério: Distância da água de abastecimento - Escala local.</i>	105
<i>Mapa 13 - Critério: Distância da água de drenagem - Escala local.</i>	107
<i>Mapa 14 - Critério: Tipos de solo reclassificados - Escala local.</i>	108
<i>Mapa 15 - Critério: Índice hidrológico - Escala local.</i>	119
<i>Mapa 16 - Zoneamento das áreas com aptidão para o cultivo de camarões marinhos - Escala local</i>	122
<i>Mapa 17– Cadastro físico das propriedades na escala de implantação. Comunidade de Campos Verdes, Município de Laguna – Santa Catarina.</i>	129
<i>Mapa 18 - Inserção da área da COOPERSANTA no conjunto de propriedades.</i>	136
<i>Mapa 19 – Resultado do planejamento para implantação das fazendas na comunidade de Campos Verdes.</i>	141
<i>Mapa 20 – Pontos de amostragem para monitoramento integrado – Escala de Implantação.</i>	142
<i>Mapa 21 – Mapeamento das unidades de produção da região sul do Estado de Santa Catarina</i>	145
<i>Mapa 22 – Mapeamento dos pontos de amostragem para monitoramento integrado.</i>	146
<i>Mapa 23 – Classificação das unidades de produção por produtividade por ha por no ano (2001).</i>	148
<i>Mapa 24 – Mapa com a representação dos pontos de coleta de água para monitoramento da unidade de produção COOPERSANTA.</i>	197

Lista de siglas

ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Camarões

ACCC - Associação Catarinense de Criadores de Camarões

AQI - Departamento de Aqüicultura

CIDASC - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina –
Laboratório Físico Químico e Biológico.

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

CFH – Centro de Filosofia e Ciências Humanas

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

COOPERSANTA – Cooperativa de Produtores da Comunidade de Santa Marta

EPAGRI - Empresa de Pesquisa e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina

IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente

INPH – Instituto Nacional de Pesquisas Hidrográficas

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPHAN – Instituto de Patrimônio Histórico Nacional

FATMA - Fundação de Tecnologia e Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina

LAP – Licença Ambiental Prévia

LAI – Licença Ambiental de Instalação

LCM - Laboratório de Camarões Marinhos

LOC - Laboratório de Oceanografia Costeira

NTU – Unidade de Turbidez Nefelométrica

PEDCC - Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões

PSU – Unidade Prática de Salinidade

PI – Plano de Informação

SIG – Sistema de Informação Geográfica

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Com base em informações obtidas por sensoriamento remoto e levantamentos de campo, foi estruturado um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a seleção de áreas aptas ao desenvolvimento da carcinicultura na região do Complexo Lagunar, localizado no Sul do Estado de Santa Catarina. Realizou-se o estudo em três escalas: Regional (1:250.000), Local (1:50.000) e de Implantação das unidades de produção de camarões em viveiros de cultivo (1:10.000). A escala Regional permitiu a identificação das áreas viáveis para a posterior seleção de sítios na escala Local e detalhamento do projeto na escala de Implantação. Para a escala Local os critérios utilizados na classificação das áreas foram: disponibilidade de água salgada, facilidade de captação e drenagem da água, topografia, tipos de solo, vegetação e uso do solo e restrições legais. Com a estruturação dos Planos de Informação em um SIG foi possível quantificar as áreas com aptidão para o desenvolvimento da carcinicultura no município de Laguna. Como resultado final, para esta escala, foi proposto um mapa de zoneamento para a atividade onde 1.714ha foram classificados como áreas aptas com baixa restrição, 3.040ha como aptas com média restrição e 388ha como aptas com alta restrição. Na escala de implantação foram definidos os aspectos mais importantes para o planejamento, a posição dos canais coletivos de abastecimento e drenagem da água, o desenho das unidades de produção em cada propriedade e a localização das áreas de preservação. Estima-se que, em média, até 50% da área total das propriedades poderão ser aproveitadas como área útil de cultivo. O restante corresponde às áreas de reserva legal, afastamentos, preservação permanente, canais de recirculação e tanques de tratamento de efluentes. Como complemento ao planejamento da atividade, na escala local, estruturou-se um banco de dados associado a um SIG para apoiar os órgãos de fomento, de controle ambiental e acompanhamento da produção.

ABSTRACT

Based on field investigation and Remote Sensing data a Geographic Information System (GIS) was built for site selection of shrimp culture development at the Complexo Lagunar (Santa Catarina State, Brazil). To select the areas the study focused on three scales: Regional scale (1:250.000), Local scale (1:50.000) and Implementation of production units scale (1:10.000). The Regional scale allowed identifying the feasible areas for further zoning and farm's election and planning on Local and Implementation scales. For the Local scale the used criteria to classify the areas were: salt water availability, facility of water intake and adequate disposal, topography, soil types, vegetation and land use and legal restrictions. The creation of layers in a GIS lead to the quantification of areas with suitability for shrimp culture development in Laguna town. As a final result for this scale a zoning map for the activity was proposed, where 1,714ha were classified as suitable areas with low restriction, 3,040 ha as suitable areas with medium restriction and 388 ha as suitable areas with high restriction. In the Implementation scale it has been defined the most important aspects for planning, position of collective waterways for intake and disposal, layout of production units in each property and location of preservation areas. It can be estimated that up to 50% of the total area of the properties could be considered as useful for the built of production ponds, where the remaining percentage corresponds to areas of legal reserve, spacing, permanent preservation, re-circulation canals and effluent treatment ponds. As a complement to the activity planning a database associated to a GIS was assembled to support agencies of fomentation, environment control and production monitoring.

SEÇÃO I: CARACTERIZAÇÃO DA TEMÁTICA

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1 - Estágio atual da atividade de carcinicultura

Atualmente a expansão do cultivo de camarões marinhos ocupa papel de destaque na costa catarinense. A consolidação desta atividade é fruto de um processo iniciado em 1984, quando se iniciou a implantação do Laboratório de Cultivo de Camarões Marinhos (LCM) da UFSC, localizado na Barra da Lagoa (Ilha de Santa Catarina). Desde então, o LCM tem contribuído para o desenvolvimento de empreendimentos camaroeiros na região sul do Brasil, inicialmente através da produção de pós-larvas das espécies nativas *Farfantepenaeus paulensis* (camarão rosa) e *Litopenaeus schmitti* (camarão branco). Além disto, o LCM desenvolve pesquisas em reprodução, larvicultura, nutrição, engorda, repovoamento de ambientes naturais e doenças de camarão. Igualmente, a UFSC fornece serviços de treinamento, extensão e assessoria à comunidade nesta atividade. O principal resultado deste trabalho é a produção de tecnologia e a formação de recursos humanos especializados, que dão ao Estado de Santa Catarina as condições básicas para investir no desenvolvimento da carcinicultura.

Com a introdução da espécie *Litopenaeus vannamei*, a UFSC, juntamente com a EPAGRI (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina) abriram novos caminhos para o desenvolvimento da atividade, principalmente na área de cultivo em viveiros. Os excelentes resultados obtidos a partir de 1998, em termos de conversão alimentar: (consumindo um quilo de ração para um quilo de camarão produzido) e as altas taxas de sobrevivência, com produtividades de 2.400 a 5.000 kg por ha por ano, permitem a obtenção de índices econômicos altamente viáveis.

A carcinicultura surge, portanto, como nova alternativa de produção para as áreas costeiras que padecem pela falta de oportunidade de emprego e pela degradação acelerada de alguns de seus ecossistemas. A busca de alternativas de conciliação entre o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos e a conservação ambiental tem sido preocupação constante, tanto por parte de pesquisadores da UFSC, como também por técnicos ligados a órgãos estaduais (EPAGRI, FATMA, IBAMA). Estas preocupações são traduzidas em ações através do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões (PEDCC).

A produção mundial de camarões cultivados apresentou crescimento médio de 14% ao ano

no período entre 1984 e 1997, com 941.000 ton de camarões produzidas em 1997, gerando 6,1 bilhões de dólares. Estimativas conservadoras indicam que o setor de cultivo de camarões emprega diretamente mais de um milhão de pessoas em todo o mundo (BARG *et. al.*, 1999).

As características de cultivo e os sistemas de manejo ultimamente empregados para a atividade têm proporcionado uma série de benefícios sócio-econômicos para os países produtores, destacando-se a geração de divisas pela exportação, o ingresso de investimentos externos, a produção de alimentos, geração de empregos, a melhoria da qualidade de vida das populações tradicionais e a utilização de terras impróprias para outras atividades econômicas (SINGHT, 1999). O cultivo de camarões também suporta um grande número de indústrias associadas, incluindo a produção dos insumos (laboratórios, processadoras, fábricas de ração, equipamentos, químicos, etc.). Da mesma forma, há um grande número de pessoas e empresas envolvidas com a pós-colheita, beneficiamento, distribuição, marketing e comercialização (BARG, 1999).

Em nosso país, o potencial extrativista de pescado marinho é relativamente baixo, em função da pobre produtividade primária da costa do Brasil. Segundo DIEGUES (1995), o extrativo Brasileiro é de apenas 1,4 milhões de ton. O significado desse dado fica mais evidente ao comparar-se a produção pesqueira do Brasil com a de outros países onde o mar é muito mais rico em nutrientes. No Peru, por exemplo, ao longo de 2.230 Km de costa capturam-se aproximadamente 8 milhões de ton de pescado por ano, ao passo que no Brasil, nos seus quase 8.000 Km de costa, a produção pesqueira é de apenas 800 mil ton anuais.

Conforme a revista THE ECOLOGIST (1995) em sua coluna editorial dedicada à sobrepesca, estima-se que hoje 70% do estoque de pescado no mundo encontra-se esgotado ou, pelo menos em vias de esgotamento. Segundo EDWARD LOAYZA (Diretor de pesca do Banco Mundial), *"estamos nos dirigindo para o desastre de mais um recurso renovável....temos demasiados barcos no mundo inteiro pescando tão poucos peixes"* (*ibid.*).

Esta declaração vem reforçar o prognóstico da FAO (1997), estimando que a aquicultura contribuirá significativamente para a segurança alimentar e diminuição da pobreza no planeta. No documento "Nosso Futuro Comum", elaborado em 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (CMMAD, 1991), a pesca e a aquicultura são atividades consideradas estratégicas para a segurança alimentar sustentável do planeta, pois são fontes fundamentais de proteínas e geradoras de empregos. Segundo este documento, *"Deve-se dar prioridade máxima à expansão da aquicultura nos países sub-desenvolvidos e em desenvolvimento"* (CMMAD, *op. cit.*).

Este fato é confirmado quando observarmos a rápida expansão do setor, que tem experimentado uma taxa de crescimento anual de mais de 8% desde 1981, ao contrário do

que tem acontecido com os setores de pesca e de criação de gado, cujas taxas de crescimento são de 1,6 e 3% ao ano, respectivamente (RANA, 1997).

A partir de 1950, desenvolveram-se simultaneamente três fatores que modificaram intensamente a fisionomia da aquicultura: a modernização dos meios de comunicação e de transporte, o aperfeiçoamento da reprodução artificial e o progresso no campo da nutrição, com o desenvolvimento dos alimentos balanceados. Estima-se que os atuais avanços que estão sendo conquistados na área da genética poderão, em pouco tempo, possibilitar o aumento do número de espécies aquáticas domesticadas (VINATEA, 1998).

De acordo com a Organização para a Agricultura e Alimentação das Nações Unidas (FAO, 2001), os grupos de organismos aquáticos produzidos pela aquicultura no mundo, por ordem de produção, são: peixes, plantas aquáticas, moluscos, crustáceos e outros (répteis e anfíbios). O cultivo destes organismos totaliza aproximadamente 45 milhões de ton. cujo valor atual é de quase 40 bilhões de dólares, conforme Figura 1. Entre os maiores produtores mundiais de organismos aquáticos cultivados a China destaca-se como o caso mais antigo e bem sucedido de aquicultura. Produzindo quase a metade dos recursos hidrobiológicos provindos da aquicultura mundial e empregando mais de 1,5 milhão de pessoas, os chineses criam mais de 13 milhões de ton de organismos aquáticos/ano (FAO, 2001).

Em se tratando do sub-continente latino-americano, a produção aquícola gira em torno das 400 mil ton: 38,9% de peixes, 38,4% de crustáceos, 12,8% de plantas e 9,9% de moluscos . Entretanto, esta produção representa apenas 2% do total mundial. Sua produção de camarões é de aproximadamente 25% do que é produzido no mundo e a de salmonídeos, 11% do total mundial. Na América, esta atividade movimenta aproximadamente 1,5 bilhões de dólares.

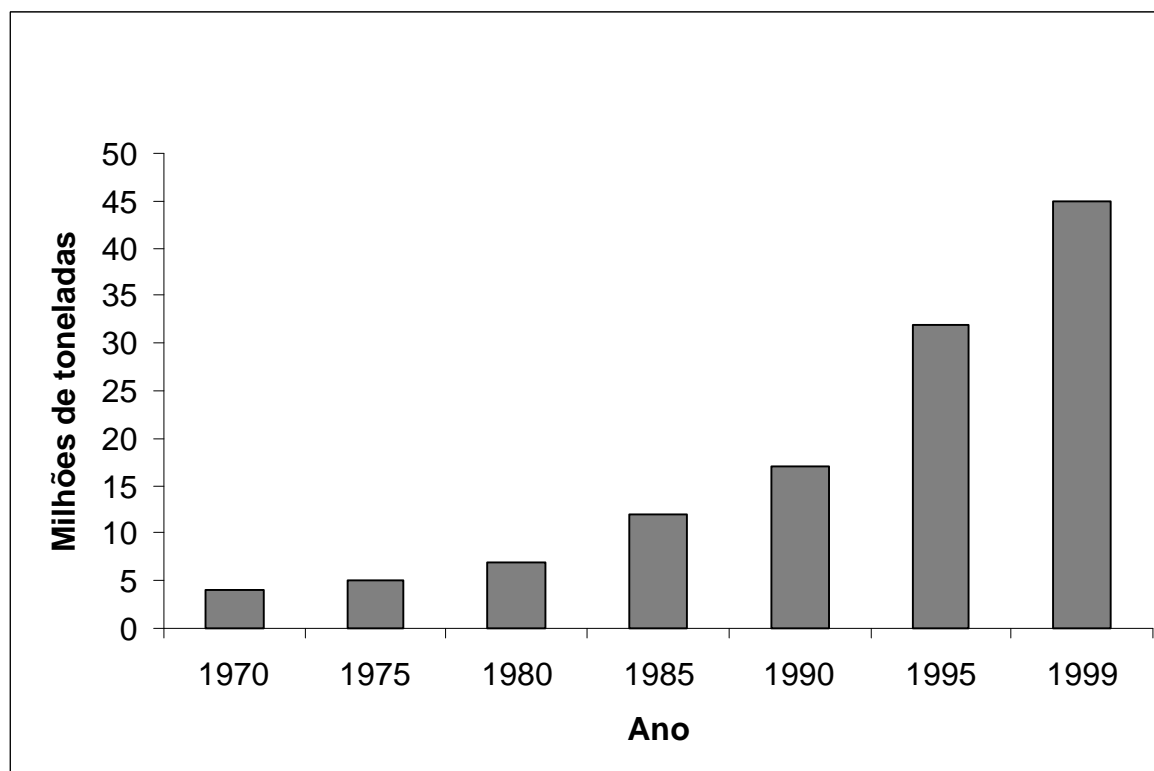


Figura 1 – Evolução da Aquicultura mundial de 1970 a 1999 (FAO, 2001).

No caso dos camarões marinhos, a distribuição global da produção está altamente concentrada na Ásia que respondeu por 72% da produção mundial no ano de 1998, destacando-se a Tailândia, Indonésia, China e Índia. Os 28% restantes são produzidas na América Latina, com destaque para o Equador e México (ROSENBERRY, 1998).

No Brasil a produção de camarões experimentou um crescimento acumulado a partir de 1996 quando do estabelecimento da espécie *Litopenaeus vannamei* como principal espécie de cultivo. Na Figura 2 pode ser observada a evolução da produção de camarões marinhos no Brasil desde 1997.

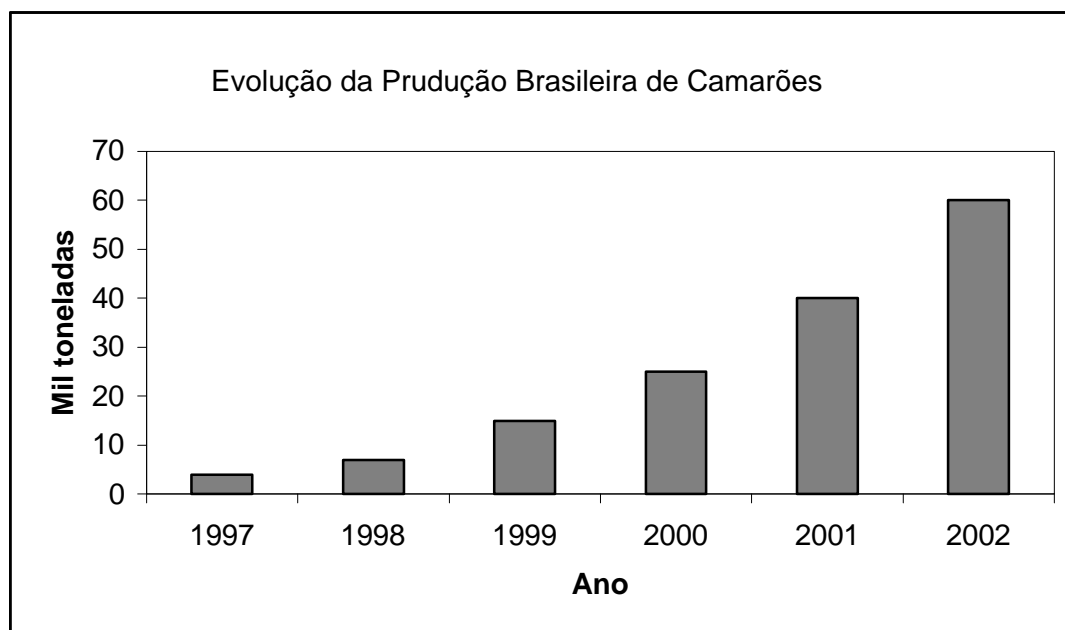


Figura 2 – Evolução da produção de camarões marinhos no Brasil desde 1997. (ABCC, 2002).

O setor de cultivo de camarões possui um alto grau de diversidade, envolvendo uma ampla gama de espécies, sistemas de cultivo e práticas de produção e localização das fazendas. Existem diferenças significativas entre e dentro dos países produtores, envolvendo os níveis de intensificação da produção e produtividade, número e tamanho das fazendas e os vários tipos de recursos utilizados (BARG, 1999).

Apesar dos benefícios sociais decorrentes da carcinicultura, já citados anteriormente, efeitos deletérios tem sido igualmente observados. Recentemente se observa uma ampla repercussão dos problemas ambientais e sociais relacionados ao cultivo de camarões, que juntamente com as quebras nas produções de vários países, devido à disseminação de doenças, têm levantado suspeitas sobre a sustentabilidade da atividade. Embora algumas práticas representem ameaças ao desenvolvimento em bases sustentáveis (impactos ambientais, doenças, conflitos sociais, etc.), também é possível identificar fazendas e sistemas de cultivo onde têm sido cultivados camarões por muitos anos, sem aparentes conflitos (BARG, 1999). Os insucessos observados, sobretudo na Ásia, devem ser considerados como exemplos concretos de práticas inadequadas e servem de referência para planos de expansão da carcinicultura em outros países onde a atividade ainda encontra-se em estágio inicial, como é o caso do Brasil.

A produção brasileira de camarões cultivados é incipiente se comparada a outros países produtores. No entanto, nos últimos seis anos vem apresentando crescimento elevado, passando de 4.000 ton. em 1997 para 40.000 ton. em 2001 com uma produção estimada de 60.000 ton. em 2002, em uma área de 15.000ha(ABCC, 2002). Estima-se que em 2003 a produção nacional atinja 105.000t em 35.000ha de viveiros (MADRID, 1999).

O Brasil, em função de sua extensão costeira, é considerado uma grande fronteira de expansão para a atividade da aquíicultura e principalmente da carcinicultura marinha.

No Estado de Santa Catarina a atividade de cultivo de camarões tomou novo impulso a partir dos excelentes resultados obtidos com a introdução do camarão *Litopenaeus vannamei* no ano de 1998. Estes resultados proporcionaram uma importante expansão da área de cultivo, saindo de 24,7 ha em 1998 para 296 ha em 2000 e 1000 ha em 2002. As fazendas em Santa Catarina se caracterizam por serem pequenas propriedades (Tabela 1), como resultado do direcionamento do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões, que será apresentado adiante.

Estima-se que no litoral catarinense exista um potencial de no mínimo 10 mil ha de terras propícias à implantação de fazendas de cultivo de camarões COSTA *et al.* (1999) e BELTRAME (1990).

Tabela 1 - Caracterização das fazendas de cultivo de camarões de Santa Catarina em 2000, em relação à área cultivada.

Classificação das fazendas (ha)	Nº Fazendas	Participação %	Área (ha)	Participação %
Pequena 1 – 10	12	50	87	19.6
Média 11 – 20	10	42	151	51
Grande 21 - >	02	08	58	29.4
Total	24	100	296	100

Fonte: COSTA *et al.* (2000).

Para dar sustentabilidade e ordenamento ao setor que passou a experimentar importante fase de crescimento, os técnicos da UFSC e EPAGRI prepararam as bases do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões, oficialmente criado pelo governo do estado em 22 de maio de 1999.

Entre as principais ações prioritárias definidas para o programa se destacam: a organização do setor produtivo, a transferência tecnológica, a pesquisa, o treinamento de pessoal, o suprimento de pós-larvas, o planejamento das unidades de produção e o zoneamento das áreas de produção, objeto do presente estudo.

O desenvolvimento da carcinicultura em bases sustentáveis requer, todavia, o conhecimento das relações espaciais existentes entre os elementos do meio físico. Para se evitar a ruptura no equilíbrio dinâmico do ambiente costeiro, favorecendo a preservação da capacidade de suporte de uma determinada área, são necessários estudos integrados que definam o zoneamento da atividade.

Neste sentido o emprego de Geotecnologias pode ser visto como uma alternativa eficiente

para a seleção e o monitoramento das áreas de cultivo. Em recente trabalho de revisão, BONETTI FILHO (2000) apresenta variadas possibilidades de aplicação do Sensoriamento Remoto e SIG no estudo de ambientes costeiros.

Como fonte primária de dados, o Sensoriamento Remoto pode auxiliar na obtenção de informações de natureza distinta de interesse para a carcinicultura: uso do solo, cobertura vegetal, qualidade da água, temperatura, etc. (MEADEN & KAPETSKY, 1991; POPULUS *et al.*, 1995). Mais voltado à integração e o relacionamento entre os dados, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) estão disponíveis para serem aplicados em uma ampla gama de usos. Estes sistemas podem combinar imagens de satélite e mapas digitais com bancos de dados, conferindo uma maior capacidade de visualização e análise das relações espaciais, que devem ser consideradas quando da decisão do uso dos recursos naturais. KAPETSKY *et al.* (1987, 1988 e 1990).

MEADEN *et al.* (1991) e ALI *et al.* (1991) sugerem alguns critérios para seleção e avaliação de áreas para o desenvolvimento de aquíicultura com base em SIG. Os fatores considerados relevantes foram: qualidade e quantidade de água, temperatura da água, disponibilidade de água do lençol freático, altimetria, precipitação, proximidade dos recursos e dos cursos de água, custo da terra, acesso a rodovias e proximidades aos mercados. A esta lista pode-se acrescentar outros fatores tais como o tipo de solo, acesso à disponibilidade de sementes e ou alevinos, riscos de inundação etc.

O presente trabalho busca a integração de variáveis espaciais, com base em técnicas de Geoprocessamento, visando o desenvolvimento de uma metodologia para a seleção de áreas adequadas ao cultivo de camarões marinhos.

1.2 - Problemática

Existe uma carência generalizada de conhecimento sobre o meio físico da zona costeira para subsidiar os tomadores de decisão e os órgãos de controle no direcionamento do desenvolvimento da carcinicultura e principalmente no seu planejamento de curto e médio prazo.

A UFSC, a EPAGRI e os produtores, que são fomentadores da atividade de cultivo de camarões em viveiros, necessitam de informações básicas de caráter ambiental, a fim de orientar e planejar adequadamente seu crescimento no estado.

Os órgãos de controle ambiental são responsáveis pela emissão das licenças de implantação e

operação das fazendas de cultivo de camarões. Por falta de informação específica os mesmos têm dificuldade para aplicação adequada da legislação, o que dificulta a implantação de áreas e motiva o surgimento de propriedades ilegais. O crescimento sem controle da atividade aumenta os riscos de impactos ambientais e sócio-econômicos, afetando diretamente a sustentabilidade dos cultivos. Vários exemplos confirmam essa realidade, principalmente nos países que lideraram ou lideram a produção mundial de camarões cultivados, como Taiwan, China, Equador e Tailândia (WAINBERG, 2000). A seguir são apresentados os principais impactos decorrentes da carcinicultura que se encontram relatados na literatura internacional.

A destruição de extensas áreas de manguezais para instalação de fazendas de camarões foi relatada por diversos autores como um dos principais impactos da atividade ao meio ambiente (GESAMP, 1991; MACINTOSH *et al.*, 1992; PILLAY, 1992; PHILLIPS, 1993; BARG, 1994; FAO/NACA, 1995; PRIMAVERA, 1998; AYP, 1999; CNA, 1999; RAHMAN, 1999; SIRIWARDENA, 1999; TOOKWINE, *et al.*, 1999). Segundo MENASVITA (1999) esse processo ocorreu no início da atividade, principalmente pela implantação de sistemas extensivos de cultivo, predominantes em países asiáticos. Todavia, organizações ambientalistas têm feito denúncias, mais recentemente, de desmatamentos de manguezais para construção de fazendas no Equador e em Honduras (GREENPEACE, 1998 a; GREENPEACE, 1998 b).

A ocupação de áreas de manguezais para o cultivo de camarões, além dos sérios problemas ambientais e socioeconômicos gerados, prejudica a própria atividade pela diminuição dos estoques de pós-larvas e reprodutores no ambiente natural (PHILLIPS, 1993) e pelo surgimento de doenças, redução das taxas de crescimento e sobrevivência e má qualidade dos camarões, como consequência da acidez dos solos desse ecossistema (WILEY, 1992; Phillips, 1993).

A poluição das águas pelos efluentes da carcinicultura foi observada em Bangladesh (FAO/NACA, 1995; RAHMAN, 1999), na China (BAOZHEN, 1999; MACINTOSH, *et al.*, 1992), no Equador (CNA, 1999), na Indonésia (FAO/NACA, 1995; NURDJANA, 1999), nas Filipinas (AYP, 1999), na Índia (FAO/NACA, 1995), Taiwan, Sri Lanka e Tailândia (MACINTOSH *et al.*, 1992; PRIMAVERA, 1998).

A salinização de grandes extensões de terras e de mananciais de água potável em áreas adjacentes às fazendas de cultivo é outro impacto possível e foi relatada em Bangladesh (FAO/NACA, 1995; RAHMAN, 1999; MACINTOSH *et al.*, 1992), nas Filipinas (FAO/NACA, 1995; AYP, 1999; MACINTOSH *et al.*, 1992), na Indonésia (MACINTOSH, *et al.*, 1992), Taiwan e Arábia Saudita (Primavera, 1998) em Sri Lanka (SIRIWARDENA, 1999), na Índia (FAO/NACA, 1995) e Tailândia (MACINTOSH *et al.*, 1992; PRIMAVERA,

1998).

A captura de pós-larvas de camarões no ambiente natural, para o povoamento das fazendas de cultivo tem provocado a diminuição da pesca de diversas espécies, devido à grande quantidade de fauna acompanhante, em Bangladesh (FAO/NACA, 1995; RAHMANN, 1999), no Equador (CNA, 1999), na Índia e China (MACINTOSH *et al.*, 1992) e em Honduras (PRIMAVERA, 1998) tal impacto foi verificado.

Problemas de subsidência de terras devido à extração do subsolo para atividade de carcinicultura ocorreram nas Filipinas (FAO/NACA, 1995; PHILLIPS, 1993; AYP, 1999; Macintosh, 1992), Sri Lanka (SIRIWARDENA, 1999) e Taiwan (GESAMP, 1991; PHILLIPS, 1993; MACINTOSH *et al.*, 1992).

Fatores como a intensificação dos cultivos, o uso de antibióticos e outros fármacos, a poluição dos viveiros e engenharia inadequada determinaram o surgimento de mais de 30 doenças de camarões cultivados que se disseminaram na China (BAOZHEWN, 1999), ocasionaram uma grande quebra na produção da Indonésia (FAO/NACA, 1995; Nurdjana, 1999), no Sri Lanka (FAO/NACA, 1995; SIRIWARDENA, 1999), na Índia (FAO/NACA, 1995), em Taiwan (GESAMP, 1991; PHILLIPS, 1993) e nas Filipinas (FAO/NACA, 1995; AYP, 1999). Houve também a disseminação de doenças para outros centros produtores, como no caso da América Latina (MELO, 1999).

A marginalização das populações tradicionais e disputas com outras atividades produtivas como agricultura e pesca, têm gerado sérios conflitos sociais nas Filipinas (FAO/NACA, 1995; AYP, 1999), no Sri Lanka (FAO/NACA, 1995; SIRIWARDENA, 1999), em Bangladesh, na Índia e na Malásia (FAO/NACA, 1995, PRIMAVERA, 1998).

A falta de regulamentação específica para a atividade e o descumprimento da legislação ambiental existente são os principais promotores potenciais de impactos ambientais, não só para a aquíicultura, mas também para as demais ações que promovem a extração ou mesmo o uso de um recurso natural (GESAMP, 2002).

Mesmo considerando que em Santa Catarina nenhuma fazenda de camarão opera sem o licenciamento ambiental, o que pressupõe o cumprimento de uma série de exigências legais e de conduta, existe uma relativa pressão para um crescimento muito rápido da atividade de cultivo. Este crescimento acelerado da atividade sem o devido planejamento e principalmente o monitoramento, acompanhados da assistência técnica e treinamento, pode proporcionar consequências irreparáveis e conflitos desnecessários às comunidades.

Considerando-se a diminuição da importância econômica da pesca na região do Complexo Lagunar, é fundamental a busca de alternativas para dinamizar a economia e gerar empregos. Neste sentido deve-se considerar a expansão da carcinicultura como uma alternativa de

geração de emprego e renda para a população.

O planejamento, envolvendo o zoneamento pertinente a cada micro região e o próprio projeto de engenharia de cada unidade de produção, independentemente do seu tamanho, é indicado pela FAO (GESAMP, 2001) como uma forma de evitarmos os conflitos e atingir a sustentabilidade.

1.3 - Justificativa

A zona costeira Catarinense apresenta várias áreas propícias para a implantação de fazendas de camarões, destacando-se as regiões do entorno do Complexo Lagunar, no Sul do Estado, Grande Florianópolis e São Francisco do Sul. As áreas consideradas potenciais são desprovidas de vegetação e predominantemente arenosas, impróprias para agricultura e não competitivas para pecuária, dados seus baixos índices de produtividade.

A existência de um Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões mostra a disposição do governo estadual em estimular o crescimento deste setor, voltado principalmente para atender a alta demanda social existente no litoral, especialmente nas áreas não urbanizadas.

São objetivos do programa, segundo COSTA *et al.* (1999):

“Criar estrutura e/ou instrumento organizacional para coordenar o programa de desenvolvimento do cultivo de camarões no Estado, com a participação de instituições públicas e privadas;

Promover o ordenamento da atividade identificando, dimensionando e planejando as áreas propícias e prioritárias para instalação de empreendimentos, tendo como princípio a proteção ambiental;

Fomentar a implantação de fazendas de cultivo de camarões, através de suportes financeiros, técnicos, organizacionais e de infra-estrutura, priorizando as unidades familiares e os sistemas coletivos de produção;

Induzir, criar e adequar linhas de financiamento e crédito necessários ao desenvolvimento da atividade;

Promover investimentos em infra-estrutura, pesquisa, extensão e formação de recursos humanos direcionados ao cultivo de camarões”.

O programa teve como meta a implantação de 2.500 ha de cultivo de camarões marinhos de 1999 a 2002, no estado de Santa Catarina, com a geração de mais de 1.250 empregos diretos e outros 1.750 na cadeia produtiva e que mantém esta meta para 2005.

A EPAGRI é o órgão estadual responsável pela extensão e acompanhamento dos produtores, possuindo as condições necessárias para viabilizar a operacionalização desse programa. Uma das necessidades do programa é a identificação das áreas aptas para o cultivo, o que demanda o desenvolvimento de uma metodologia prática e aplicável para todo o estado. Pretende-se com isto alcançar uma das etapas necessárias para o planejamento do crescimento das fazendas e viabilizar as pequenas propriedades, já que estas dependem em muitos casos do mesmo ambiente aquático para captação e liberação da água a ser utilizada nos viveiros.

Outra meta importante do programa é a implantação de condomínios, formados por pescadores artesanais e pequenos agricultores, em assentamentos coletivos e mesmo individualizados e que através do planejamento possam usufruir os recursos sem limitar ou restringir a ampliação das áreas vizinhas.

Os resultados dos cultivos obtidos com a espécie *Litopenaeus vannamei*, na safra 98/99, de 1.500 kg/ha/ciclo com baixa conversão alimentar, evoluíram para 2.500 kg/ha/ciclo atualmente e inevitavelmente irão acelerar o crescimento das áreas de cultivo, o que reforça a necessidade de orientar e planejar este crescimento.

O estímulo do governo, os bons resultados e a estrutura de pesquisa e extensão em Santa Catarina induziram um aumento da ordem de 200% de 1998 para 2001 reduzindo para 100% em 2002 e com perspectivas de manter a taxa de 2002, vem reforçando a necessidade da orientação da atividade para a organização dos sistemas de produção, o que só poderá ser feito através do planejamento. Tal crescimento justifica ainda mais a necessidade de identificação das áreas com aptidão para esta atividade, que segundo (BELTRAME e BELTRAME, 1991) deve respeitar a vocação de cada ambiente. Desta forma poderá ser evitada a expansão espontânea e desordenada das áreas de cultivo, que tem causado sérios impactos ambientais em países como a Tailândia e o Equador, proporcionados pela emissão dos efluentes dos viveiros de cultivo e principalmente pelo uso indiscriminado de áreas de proteção natural (mangues, ambientes de dunas) para implantação de fazendas.

Na reunião da FAO em 1997, em Bangkok (FAO, 1998, 1998a), se estabeleceu o marco jurídico, institucional e consultivo para o desenvolvimento sustentável do cultivo de camarões a nível mundial, o qual recomenda princípios e elementos que devem estar fundamentados na legislação e ligados com a aquíicultura costeira. Os principais objetivos deste marco são:

- facilitar e promover o desenvolvimento da aquíicultura costeira sustentável;
- promover a proteção dos recursos costeiros;
- promover a aquíicultura costeira para contribuir com a segurança alimentar em nível nacional e internacional.

Para isto, a recomendação básica foi que os governos deveriam reconhecer, promulgar e optar por uma única lei detalhada sobre a aqüicultura costeira. Mas, antes de decidir sobre uma nova legislação, devem recompilar e analisar as leis existentes que podem ser aplicadas à aqüicultura costeira. Esta implementação só poderá acontecer com as contribuições de cada setor, passando pelo conhecimento das variáveis e das restrições ambientais, legais e sócio-econômicas, que permitirão então um planejamento para cada atividade. Este planejamento, portanto, somente será alcançado após a elaboração de estudos básicos específicos para a caracterização e a definição da aptidão de uso de cada área.

Segundo a FAO (1998), os métodos de planejamento para o desenvolvimento sustentável do cultivo de camarões, devem estimular práticas adequadas às condições sociais, ambientais e econômicas locais. Portanto, para manter o equilíbrio ecológico das áreas de desenvolvimento de cultivo de camarões o estado deve estabelecer o planejamento com base no zoneamento. Este planejamento deve considerar entre outros, a capacidade de carga do ecossistema, a compatibilidade técnica, as modificações e alterações das práticas de cultivo, os critérios sociais e econômicos, a gestão dos efluentes e a provisão de infra-estrutura adequada. GREEN *et al.* (1996), recomenda a aplicação do zoneamento como uma forma de alcançar um planejamento flexível do uso da terra, considerando inclusive mudanças imprevistas.

O conhecimento preliminar das unidades ambientais pode ser obtido, entre outras alternativas, através do processamento de imagens de satélite e da interpretação de aerofotos, apoiadas em levantamentos de campo, visando a elaboração de cartas temáticas. Tais cartas, por sua vez, resultam do cruzamento desses dados com informações obtidas de documentos cartográficos pré-existentes, utilizando-se para tal Sistema de Informação Geográfica (SIG). Desta forma é possível a criação de uma base de informações georreferenciadas voltadas à análise ambiental em sistemas computacionais (O'REGAN, 1996). A adoção desse conjunto de técnicas permite avaliar a potencialidade do uso de Geotecnologias para a seleção das áreas aptas ao cultivo de camarões marinhos.

A abordagem proposta permite eliminar as áreas de conflito ou impróprias e assegurar que a carcinicultura local possa oferecer os benefícios sócio-econômicos e estabelecer as bases para a sustentabilidade ambiental da atividade.

Ao justificar a necessidade do planejamento, salienta-se que o zoneamento é apenas uma parte do encaminhamento da atividade para a sustentabilidade na plenitude do seu conceito. Outros campos do planejamento, como a engenharia das unidades individuais de produção, a adoção de códigos de conduta pelos produtores, a educação e o treinamento dos envolvidos e o contínuo monitoramento das fazendas e seu entorno, constituem ações que em nenhuma

hipótese podem ser dissociadas (GESAMP, 2001).

Para se ter uma idéia da importância sócio-econômica do cultivo de camarões no município de Laguna, a atividade proporcionará o aumento de 100% da renda “per capita” quando a área de produção chegar a 600 ha, meta que foi atingida em 2002.

Também deve ser levado em consideração o fato de Laguna, que tem 235 anos de emancipação, ter assistido o desenvolvimento de outros municípios próximos como Tubarão e Criciúma, recebendo toda a carga de efluentes da bacia hidrográfica, sem jamais ter desenvolvido algum tipo de atividade econômica capaz de garantir o crescimento e a qualidade de vida a sua população. Como consequência da falta de opções, sempre houve êxodo para outros centros urbanos com melhores oportunidades.

1.4 - Objetivo geral

Propor metodologia de seleção de sítios para o cultivo de camarões marinhos, com base na aplicação de Geotecnologias e levantamentos de campo, visando a geração de subsídios ao planejamento e desenvolvimento sustentáveis desta atividade.

1.4.1 - Objetivos específicos

- a - Identificar os elementos do meio físico e biótico de maior relevância para a implantação de fazendas de cultivo de camarões no entorno do Complexo Lagunar;
- b - Selecionar as fontes de informação e definir estratégias de aquisição de dados utilizando levantamentos de campo e informações geradas por sensores remotos;
- c - Selecionar temas de interesse ao zoneamento da carcinicultura que pudessem ser espacializados;
- d - Estruturar planos de informação representativos dos temas selecionados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG) nas escalas, regional, local e implantação;
- e - Definir critérios de seleção de sítios utilizando as informações georreferenciadas.
- f - Gerar produtos cartográficos com a identificação dos sítios selecionados como aptos para o cultivo.
- g - Estruturar um banco de dados associado ao SIG, das unidades de produção na área de estudo.

CAPÍTULO 2 - ORIENTAÇÃO PARA O PLANEJAMENTO E MANEJO SUSTENTÁVEL DA CARCINICULTURA

2.1 - Introdução

2.1.1 - Desenvolvimento e sustentabilidade

A carcinicultura tem apresentado crescimento e resultado econômico superiores a outras áreas de produção de alimentos, mas ao mesmo tempo tem chamado atenção dos diversos segmentos da sociedade, por demandar captação e lançamento de elevados volumes de água no meio ambiente. Na Ásia e na América Latina a produção de camarões cresceu rapidamente, tendo contribuído para melhorar a situação sócio-econômica das populações litorâneas. Ao mesmo tempo causou problemas como conflitos entre populações locais e a destruição de áreas de manguezais, consideradas estratégicas para o equilíbrio ambiental (FAO, 1999).

Mesmo no Brasil, onde as áreas de manguezal são de preservação permanente e não poderiam ser usadas, houveram agressões, especialmente por parte de pequenos proprietários do litoral nordestino. Como reflexo, criou-se uma imagem negativa e a falsa idéia de que a expansão da atividade implica necessariamente na devastação ambiental.

O rápido e desordenado crescimento da carcinicultura em alguns países, associado a práticas inadequadas de manejo, facilitaram o surgimento de doenças (virais) que causaram catastróficos prejuízos sócio-econômicos gerando, igualmente, uma imagem de indústria poluidora e sem as bases para a sustentabilidade (MACINTOSH *et al.*, 1992).

Preocupados com os destinos da carcinicultura mundial, mas conhecedores dos imensos benefícios sócio-econômicos da atividade e das reais possibilidades da indústria do cultivo de camarões ser sustentável, a FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations), o Banco Mundial, a NACA (Network of Aquaculture Centres in Ásia-Pacific) e a WWF (World Wildlife Fund) organizaram um consórcio com mais de 150 especialistas para analisar e compartilhar experiências para melhor planejar e manejar a produção de camarões nas zonas costeiras e especialmente para poder indicar o que deve e o que não pode ser feito para a sustentabilidade da indústria, (GESAMP, 2001).

Segundo a FAO (1997) o conceito de desenvolvimento sustentável para a agricultura, reflorestamento e pesca, é aquele que contempla a conservação do solo, da água e da genética animal. Precisa ser tecnicamente apropriado ao meio ambiente, economicamente viável e

socialmente aceitável. Desenvolvimento sustentado é aquele que atende a geração presente sem comprometer a possibilidade das próximas gerações encontrarem soluções para suas próprias necessidades.

Colocando de outra maneira, o desenvolvimento humano precisa buscar, de forma equilibrada, a utilização das diversas opções de recursos naturais e, ao mesmo tempo, preservar o meio ambiente para as futuras gerações (SOLOW, 1986).

Na consulta técnica realizada pela FAO em 1997 em Bangkok na Tailândia, foi consensual a opinião que, apesar dos tantos erros cometidos, a carcinicultura sustentável já era praticada em muitas unidades de produção e que a sustentabilidade era uma meta que poderia ser amplamente atingida (FAO, 1998).

Alguns autores questionam a sustentabilidade do cultivo de camarões pelas conseqüências da poluição gerada que, associada ao surgimento de enfermidades implica em severas perdas econômicas e drástica redução dos postos de trabalho (WORLD BANK *et al.*, 2002).

TORIGOI (2002), ao analisar os efluentes dos viveiros cultivados com diferentes taxas de estocagem (10, 20 e 30 camarões/m²), concluiu que o sistema de cultivo de *Litopenaeus vannamei* é auto-depurativo o que significa que há formas concretas para reduzir a concentração dos efluentes orgânicos. Sua conclusão está fundamentada na ação bacteriana e na produção fotossintética que estabelece uma cadeia alimentar fundamental para o desenvolvimento do camarão.

Se a carcinicultura precisa de água de boa qualidade para a obtenção de eficientes índices na produção, então a própria atividade precisará ter o máximo empenho para a redução do volume de efluentes e para a conservação de áreas de lançamento, habitualmente sistemas abrigados como baías, lagunas e estuários, onde a água pode ser efetivamente reciclada. Na mesma direção os aqüicultores e as autoridades deverão estar vigilantes porque, comparativamente, a poluição provocada pelas indústrias, agricultura e mineração, é muito mais agressiva ao meio ambiente e aos sistemas de produção de camarões do que o cultivo em si (STEWART, 1997).

Assim, podemos afirmar que a indústria do cultivo, para ser sustentável na abrangência da sua conceituação, necessita também da sustentabilidade das outras atividades sócio-econômicas na abrangência de toda bacia hidrográfica na qual se insere.

As descargas de efluentes podem ser efetivamente manejadas através da combinação e da aplicação de técnicas de manejo adequadas. São exemplos clássicos desta afirmação a inclusão de sistemas de recirculação e tratamento de água nos projetos de produção e a utilização de bandejas de alimentação, onde é ajustado o consumo e retirado o excesso de

ração, diminuindo-se assim a carga orgânica da água de cultivo. Estas técnicas de alimentação também propiciam maior economia e aumento na quantidade de postos de trabalho (SEIFFERT *et al.*, 1998, BOYD e GREEN, 2002).

Há também boas condições técnicas para minimizar expressivamente a percentagem de renovação da água de cultivo. Entretanto, para a sua implementação são necessários maiores investimentos e os reflexos financeiros são mais demorados, dificultando a sua aplicação nas pequenas unidades de produção, onde os recursos, tanto para o investimento, quanto para custeio, são escassos (WORLD BANK *et al.*, 2002).

Ainda na direção da sustentabilidade, em muitas regiões, o próprio setor produtivo, com ou sem a participação governamental, vem criando e implementando códigos de conduta para a atividade, mesmo sem amparo legal. Nestes códigos de conduta, são estabelecidas normas e procedimentos de forma conjunta, resultando em benefícios para a melhoria da produção e da conservação ambiental.

É difícil atingir a sustentabilidade de forma rápida, seja qual for a atividade econômica envolvida. Como ela dependerá de inúmeros fatores, que no caso da carcinicultura compreendem a correta localização, desenho adequado das unidades de produção, criação e aplicação dos códigos de conduta e controle da poluição interna e externa, pode-se afirmar que o mesmo só será atingido gradativamente, tendo por princípio o planejamento (GESAMP, 2001).

2.1.2 - Custos e benefícios do desenvolvimento da carcinicultura

Tanto na Ásia quanto na América, a carcinicultura surgiu como uma importante fonte de emprego para centenas de milhares de pessoas. Além dos empregos diretos, a produção de camarões envolve muitos outros setores como as indústrias de processamento, os laboratórios de produção de pós-larvas, as fábricas de ração, as indústrias de equipamentos e outros insumos, gerando expressivo giro de capital. Além dos benefícios da geração de empregos, a produção de mais de 1 milhão de toneladas anuais representa uma receita bruta de 6 bilhões de dólares que beneficia diretamente os países produtores (a maioria pobre) no equilíbrio das suas balanças comerciais. A maior parte do que é produzido é exportado para países ricos como EUA, Japão e Comunidade Européia (GESAMP, 2001).

O Equador, por exemplo, durante muitos anos teve o camarão cultivado entre os primeiros

itens exportados, só perdendo para o petróleo e revezando com a exportação de banana no 2º lugar da pauta de exportações. Antes do colapso proporcionado pela enfermidade da “Mancha branca”, a indústria do cultivo envolvia 10% de toda força de trabalho do país (SANCHEZ & JORY, 2000).

Bangladesh, considerado um dos países mais pobres do mundo, produz 50.000 ton de camarão cultivado e a captura de larvas no ambiente natural emprega dezenas de milhares de pessoas, sendo considerada, apenas essa última atividade socialmente mais importante do que a totalidade da pesca no país (FAO, 2001).

No Brasil, o cultivo de camarões é uma das atividades que gera maior número de empregos e receita financeira por ha. A renda de apenas 1,0 ha de viveiros de camarão equivale a uma área de 40 ha de serrado utilizado na produção de gado de corte (MADRID, 1999).

O cultivo de camarões gerou vários debates na Ásia e na América, principalmente nos últimos anos em razão dos benefícios sociais e custos ambientais associados, criando controvérsias entre os países produtores e os importadores de camarão cultivado. A opinião pública tem sido influenciada pela alta lucratividade do setor contraposto com os impactos sociais e ambientais.

Entre os principais aspectos divergentes está a modificação dos ecossistemas naturais, particularmente a supressão dos manguezais para dar lugar aos viveiros de produção. Também a salinização de águas subterrâneas, uso de terras agricultáveis, uso da farinha de peixe na fabricação de alimentos, poluição das águas costeiras, possíveis alterações da biodiversidade pela captura de pós-larvas da natureza e conflitos com comunidades locais, constituem pontos de divergência (PRESTON *et al.*, 2002).

O consórcio do WORLD BANK *et al* (2002) ao analisar os impactos do cultivo sobre as comunidades costeiras, concluiu que os impactos positivos podem ser bem maiores quando a comunidade local estiver diretamente envolvida. Também SHEFFER (2001), ao estudar a condição socioeconômica do cultivo de camarões nas fazendas da região de Laguna, concluiu que a participação das comunidades deve ser incentivada para o próprio benefício da relação dos dois setores envolvidos. São igualmente significativos os impactos sociais e ambientais positivos quando são implementadas práticas para melhor controlar as unidades de produção. Conforme anteriormente dito, entre os custos ambientais mais críticos se destacam a intrusão de água salgada nos mananciais subterrâneos de água doce, necessários para a agricultura e consumo humano e ainda a liberação de efluentes com altos níveis de nutrientes e material em suspensão (BOYD *et al.*, 2001). Também a supressão de áreas de floresta, em especial os manguezais, e a utilização de áreas agricultáveis, podem constituir impactos negativos.

No Brasil, as dificuldades de acesso às áreas de pesca e captura de caranguejos para as

populações ribeirinhas tradicionais, pela construção de fazendas de produção, também constituíram impacto negativo, sobretudo na região nordeste. Neste caso, o entendimento e o planejamento do acesso aos recursos naturais de pesca para as populações poderia ter evitado os conflitos, sem qualquer prejuízo para as unidades de produção.

Por outro lado, a geração de empregos e a produção de bens exportáveis para países importadores, de alta renda por ha de produção, são aspectos altamente positivos.

Outro aspecto positivo é que a atividade de produção de camarões, necessitando de águas despoluídas para os cultivos, exerce pressão sobre as demais atividades econômicas da bacia hidrográfica, para que os níveis de poluição não impliquem em limitação para sua produção (GESAMP, 2001).

A carcinicultura em muitas regiões constitui oportunidade importante para o desenvolvimento sócio-econômico de comunidades costeiras com economia estagnada. Este é o exemplo de muitos municípios do litoral nordestino e o exemplo de Laguna/SC, cujas economias foram abaladas pelo colapso da pesca artesanal (SCHAFER, 2000).

O Brasil, por ter desenvolvido tardiamente o cultivo de camarões e por ter fechado as fronteiras para o ingresso de material genético potencialmente vetor de enfermidades virais, está ainda livre das principais enfermidades que abalaram a indústria mundial. Por tanto, dispõe de uma oportunidade ímpar para usufruir todos os benefícios da atividade através do planejamento e da adoção de normas de conduta para o seu desenvolvimento sustentável.

2.1.3 - Necessidades de planejamento do setor

Todas as atividades econômicas necessitam de um determinado nível de planejamento para que os resultados positivos da sua realização supram os negativos.

O cultivo de camarões, ainda mais que outras atividades, necessita do planejamento porque utiliza água e precisa devolver pelo menos parte dela ao meio ambiente. Ao mesmo tempo a cadeia produtiva que se estabelece tem implicações nas comunidades costeiras e em outras atividades sócio-econômicas dentro da mesma região (GESAMP, 2001).

A produção de camarões é, pelas implicações biológicas e econômicas, uma atividade de risco e, como tal, não pode ser desenvolvida sem planejamento. O planejamento precisa ser entendido tanto do ponto de vista regional (macroplanejamento) como do ponto de vista individual de cada unidade de produção.

No planejamento proposto pelo WORLD BANK *et al.* (2002) a aquicultura costeira deve ser

avaliada no conjunto de todas as outras opções de desenvolvimento, considerando os benefícios e desvantagens a curto, médio e longo prazo.

A identificação e a seleção das áreas adequadas para a carcinicultura são extremamente críticas não só para assegurar o sucesso da produção, mas, especialmente para os demais aspectos do manejo dos ecossistemas costeiros, contribuindo para evitar conflitos com as comunidades tradicionais e com outras atividades econômicas da área em questão. A correta localização constitui fator chave do ponto de vista técnico, econômico e ambiental, devendo os critérios específicos formar a base para o controle e o manejo da aquicultura (WORLD BANK *et al.*, 2002). O planejamento requer a participação do governo (Federal, Estadual e Municipal) e especialmente das comunidades locais. É necessário considerar que, em razão dos interesses distintos, os conflitos são na maioria das vezes inevitáveis. Na mesma direção, mesmo em regiões onde não há conflitos aparentes, estes podem surgir por causa do envolvimento de diferentes interesses durante o planejamento (GESAMP, 2001).

Para o planejamento é indispensável uma série de estudos multidisciplinares, incluindo atividades de campo, que irão orientar e fundamentar a tomada de decisões. O planejamento, os códigos de conduta e o monitoramento podem contemporizar a necessidade do desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental (WORLD BANK *et al.*, 2002).

2.2 - Aquicultura e o manejo integrado dos recursos costeiros

A zona costeira abrange um espaço com fronteiras abertas entre a terra, a atmosfera, os oceanos e os corpos de água doce. O funcionamento do ambiente que ali se estabelecem é dinâmico, pois dominam interações interdependentes provocadas pelas variações climáticas hidrológicas, oceanográficas e antrópicas (SEIFFERT *et al.*, 2002). Segundo SMIT (1999), o Manejo Integrado dos Recursos Costeiros (MIRC) é um instrumento próprio para a pesquisa e manejo destes ambientes. Através dele as fazendas de cultivo de camarão podem, até certo ponto, ser protegidas das alterações nocivas inerentes aos sistemas naturais. Do mesmo modo, os outros usos precisam ser protegidos dos possíveis impactos providos pelas fazendas de cultivo de camarões.

TOBEY *et al.* (1998) salienta que o MIRC nos últimos 25 anos preconizou que os usos conflitantes da costa e dos estuários necessitam aproximar-se e reforçar o planejamento e o manejo destes ambientes. Desta forma o manejo integrado dos recursos costeiros pode ser utilizado como instrumento prático e viável para o planejamento da zona costeira, não considerando apenas a aquicultura, mas também as outras atividades e observando com

prioridade as características e particularidades locais.

Os usos mais tradicionais dos recursos costeiros são a pesca, aquicultura, navegação, agricultura, turismo, urbanização, indústria e exploração das florestas. O direcionamento ou re-direcionamento destes usos pode afetar diretamente as necessidades e aspirações das comunidades envolvidas.

Conforme KAPETSKY *et al.* (1987), TOBEY *et al.* (2002) e SEIFFERT *et al.* (2002) os planos específicos das áreas adequadas ao uso podem ser preparados para muitos ambientes costeiros, bem como a sua operação e manejo, participando desta forma na integração do desenvolvimento local e ao plano de uso dos recursos.

Os elementos que fazem parte desta perspectiva são o planejamento, o manejo ambiental do estuário e da bacia hidrográfica, interagindo com a regulamentação e incentivos ambientais apropriados para o zoneamento e controle do desenvolvimento da zona costeira. Este deve aplicar tecnologias industriais limpas, serviços de saneamento público e práticas de agricultura sustentável (TOBEY *et al.*, 2002).

Da mesma forma TWILLEY *et al.* (1999) destacam a falta de planejamento sobre a expansão desordenada da indústria, da agricultura, da especulação imobiliária e do cultivo de camarões como principais causadores da degradação da qualidade da água às margens do estuário do Rio Guayas e Golfo de Guayaquil.

O cultivo de camarões marinhos é uma das primeiras atividades a serem prejudicadas pela falta de manutenção da qualidade de água dos ecossistemas costeiros. Os estudos de monitoramento e quantificação dos impactos da carcinicultura nestes ecossistemas mostram o baixo impacto das fazendas de cultivo quanto à contribuição dos nutrientes. PÁEZ-OSUNA *et al.* (1998), estudando uma área de mais de 20.000 ha de cultivo de camarões encontram apenas 1,5% do N (nitrogênio) e 0,9 % do P (fósforo) descarregados no ambiente costeiro (região de Sonora e Sinaloa, México) provenientes do cultivo de camarões. A agricultura e as águas servidas representam a maior parte do nitrogênio e fósforo liberado nos ecossistemas costeiros dessa região.

Desta forma o resumo das ações e princípios a serem seguidos pelo MIRC, em concordância com a FAO (2001) é o seguinte:

O MIRC deve ter como proposta básica o guia de desenvolvimento das áreas costeiras, pautando-se na linha do desenvolvimento sustentável ecológico;

Tem como princípio as diretrizes da conferência Rio 92. A função do MIRC é integrar e harmonizar setorialmente o manejo da zona costeira. A integração espacial do MIRC deve ser um programa que englobe toda a costa e as áreas continentais, abrangendo os usos que podem afetar direta ou indiretamente as águas costeiras e os recursos terrestres;

A integração horizontal e vertical é um problema existente entre os setores e dentro das instituições governamentais, devendo o MIRC realizar esforços para atingir esta meta. Os mecanismos institucionais devem ser usados para coordenar e integrar os diferentes setores que atuam nesta área;

Dada a complexidade e incertezas existentes na zona costeira, o MIRC deve ser construído com base nas avaliações das ciências (ambientais e sociais). Devem ser aplicadas técnicas como análise de risco, avaliação econômica, determinação da vulnerabilidade, quantificação dos recursos, análise do custo benefício, acompanhadas principalmente do monitoramento das atividades envolvidas como parte do programa a ser construído e apropriado no processo do MIRC.

2.3 - O planejamento no Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões.

O Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões foi instituído com o propósito de apoiar o desenvolvimento da carcinicultura, com um nível de organização e planejamento direcionados à sustentabilidade social, econômica e ambiental.

A execução das ações do Programa exige a participação do poder público nos três níveis (Federal, Estadual e Municipal) e dos produtores.

No âmbito federal, a UFSC tem se envolvido nos campos da pesquisa, treinamento de pessoal, da formação de banco de reprodutores, produção de pós-larvas, zoneamento das áreas potenciais para o desenvolvimento da atividade e o planejamento das unidades de produção.

A nível estadual, a EPAGRI, que também coordena o Programa está diretamente envolvida na organização dos produtores, na assistência técnica aos pequenos produtores, na planificação dos povoamentos, nos projetos das unidades de produção, na formação de cooperativas de produção e nas questões de políticas ambientais. Também a EPAGRI e a UFSC desenvolvem ações para o envolvimento de outras instituições ligadas diretamente ou indiretamente à atividade como é o caso da CIDASC, responsável pela saúde animal no Estado a que desempenhará papel decisivo para evitar e controlar a entrada de enfermidades.

As municipalidades, que também estão envolvidas, especialmente a Prefeitura de Laguna, têm se preocupado com o controle do plano diretor atuando junto ao poder público para

garantir que o cultivo no município possa ser desenvolvido perante os requisitos legais.

Como exemplo da importância deste nível, a administração pública, que no último ano (2002) o município de Laguna foi alvo de uma ação civil pública a qual resultou em liminar proibindo o licenciamento de novos projetos por falta de um zoneamento específico.

Os produtores, através da Associação Catarinense de Criadores de Camarão (ACCC), participaram desde o início da atividade enviando seus técnicos e operários para treinamento, na assistência às palestras e na transferência de tecnologia (dias de campo). Também participaram da execução de obras de interesse comum como os canais de captação de água e canais de drenagem coletivos que, mesmo antes do zoneamento, já eram executados para garantir a sustentabilidade nas áreas de pequenos produtores.

Esses produtores, principais interessados na sustentabilidade do sistema produtivo, têm papel cada vez mais importante, especialmente na execução do planejamento e no atendimento às normas de conduta e controle de efluentes que ao final definirão a sustentabilidade.

Ao zoneamento proposto que será proposto no presente estudo deverão ser associadas outras ações como os códigos de conduta e os planos de monitoramento ambiental, que de certa forma já vem sendo desenvolvidos pelo PEDCC.

Os esforços organizados nas esferas federal, estadual e municipal somados à participação dos produtores e à importante orientação da FATMA e do IBAMA, permitem que Santa Catarina tenha no entorno do Complexo Lagunar, a primeira região brasileira efetivamente planejada e organizada para a atividade de carcinicultura.

2.4 - Legislação brasileira e estadual

A legislação é regida por um arcabouço legal, que normatiza e orienta o cultivo de camarões é constituído por um conjunto de leis, decretos e resoluções que de forma direta ou indireta, buscam o uso harmônico e equilibrado dos recursos naturais.

FEDERAIS

Decreto no 24.643, de 10 de julho de 1934 (Código das Águas).

Estabelece o Código das Águas.

Define águas públicas de uso comum e domiciliar, bem como os critérios e condições para a sua utilização.

Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965 (Código Florestal)

Define medidas de proteção de certas formas de vegetação, especialmente daquelas intimamente associadas a recursos hídricos (matas ciliares, margens de rios, reservatórios, mangues). Estes tipos de vegetação encontram-se em áreas de grande interesse para a aquicultura. Define os afastamentos necessários dos mananciais hídricos para a instalação de qualquer empreendimento, incluindo projetos de aquicultura.

Decreto no 7.803, de 15 de julho de 1989.

Altera o Código Florestal.

Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de Defesa Ambiental.

Decreto no 89.336, de 31 de janeiro de 1984.

Dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências.

Resolução CONAMA no 004, de 18 de setembro de 1985.

Esta Resolução está relacionada com a Lei 6.938/81.

Estabelece definições e identifica as Reservas Ecológicas de que trata o artigo 18 da lei citada.

Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986.

Estabelece em seu artigo 2º, item XII, que dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Entre outras, cita o documento: extração de recursos hídricos.

Resolução CONAMA no 006, de 24 de janeiro de 1986.

Aprova os modelos de publicações de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicações de licenças.

Resolução CONAMA no 011, de 18 de março de 1986.

Acrescenta o inciso XVII ao Artigo 2º, da Resolução/CONAMA nº 001, de 23 de janeiro de 1986, com a seguinte redação:

“Projetos Agropecuários que contemplam áreas acima de 1.000 ha. ou menores, neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de

vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental”.

Resolução CONAMA no 020, de 18 de junho de 1986.

Classifica as águas doces, salobras e salinas e especifica os parâmetros e limites associados aos níveis de qualidade requeridos para o seu aproveitamento inclusive para a criação natural e/ou intensiva (aqüicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Resolução CONAMA no 010, de 14 de dezembro de 1988.

Cria e caracteriza a modalidade de unidade de conservação Área de proteção Ambiental – APA.

Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988 (Gerenciamento Costeiro).

Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro- PNGC.

Estabelece que o PNGC deverá prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade à conservação e proteção dos recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas.

Resolução CONAMA no 013, de 06 de dezembro de 1990.

Estabelece a obrigatoriedade de licenciamento ambiental para qualquer atividade que possa afetar a biota, em um raio de dez quilômetros, nas áreas circundantes das Unidades de Conservação.

Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Portaria IBAMA no 113, de 25 de novembro de 1997.

Estabelece a obrigatoriedade ao registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais para as Pessoas Físicas ou Jurídicas que se dedicam a atividades potencialmente poluidoras e/ou extração, transporte e comercialização de produtos potencialmente perigosos ao meio ambiente, assim como de minerais, produtos e subprodutos da fauna, flora e pesca.

Resolução CONAMA no 237, de 19 de dezembro de 1997.

Estabelece a obrigatoriedade ao licenciamento ambiental dos empreendimentos e das atividades que especifica em anexo.

Relacionadas com a aqüicultura menciona as seguintes atividades:

Obras civis: barragens e canais pra drenagem

Atividades agropecuárias: criação de animais

Uso de recursos naturais: introdução de espécies exóticas e/ou geneticamente modificadas.

Estabelece competência ao IBAMA do licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional.

Estabelece competência ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

- I – localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;
- II – localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente;
- III – cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;
- IV – delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Lei de Crimes Ambientais)

Dispões sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Portaria IBAMA no 136, de 14 de outubro de 1998.

Estabelece normas para o registro de Aqüicultor e Pesque-pague no IBAMA.

Portaria IBAMA no 145, de 29 de outubro de 1998.

Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aqüicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais.

Decreto no 2.869, de 9 de dezembro de 1998.

Autoriza e regulamenta a exploração da aqüicultura em bens pertencentes à União.

Estabelece a não autorização da exploração da aqüicultura em área de preservação permanente definida na forma da legislação em vigor.

Resolução CONAMA no 261, de 30 de junho de 1999.

Aprova e define parâmetro básico para análise de estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina.

Instrução Normativa Interministerial no 9, de 11 de abril de 2001.

Estabelece normas complementares ao Decreto 2.869, de 9/12/98, para o uso de águas públicas da União, para fins de aqüicultura.

Atribui ao Ministério do Meio Ambiente a responsabilidade pela definição da capacidade de suporte dos ambientes aquáticos, objetos da prática da aqüicultura, e pelo monitoramento da qualidade da água nesses ambientes.

Canaliza os procedimentos de requerimento da cessão de uso das águas públicas da União,

através do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

Decreto Presidencial de 14 de setembro de 2000,

Cria na região costeira do Estado de Santa Catarina a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca, com a finalidade de proteger, em águas brasileiras, a baleia franca austral *Eubalaena australis*, ordenar e garantir o uso racional dos recursos naturais da região, ordenar a ocupação e utilização do solo e das águas, ordenar o uso turístico e recreativo, as atividades de pesquisa e o tráfego de embarcações e aeronaves.

Resolução CONAMA no 303 de 20 de março de 2002.

Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Revoga a Resolução CONAMA 004 de 18 de setembro de 1985.

ESTADUAL

Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980.

Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências.

Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981.

Regulamenta dispositivos da Lei 5.793/80 referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental

Portaria nº 024/79.

Classifica os recursos hídricos de Santa Catarina.

Portaria Intersetorial nº 01/2000.

Aprova listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental.

Decreto nº 1.528, de 2 de agosto de 2000.

Altera a tabela de preços e serviços prestados pela Fundação do Meio Ambiente e dá outras providências.

MUNICIPAL

O Plano Diretor do Município de Laguna possui uma Lei bastante ampla no que se refere à proteção ao meio ambiente, com um capítulo que trata da poluição ambiental.

Lei nº 42/79.

Dispõe sobre o código de posturas Municipal de Laguna e dá outras providências.

Do apresentado pode-se observar que existe uma ampla legislação a nível federal e estadual, devendo-se buscar o enquadramento do empreendimento à lei mais restritiva, para que se tenha um maior controle sobre o mesmo, de forma a proteger o meio ambiente.

SÍNTESE DA SEÇÃO I

A base teórica consultada demonstrou que o conhecimento tecnológico, quando aplicado ao desenvolvimento da carcinicultura favorece o crescimento da produção e a minimização dos conflitos. Todavia, as carências generalizadas de dados sobre o meio físico e sua capacidade de suporte dificultam a organização e o planejamento da atividade, conforme experiências já relatadas em outros países. Esta falta de informação, associada à imagem negativa da carcinicultura, tem criado barreiras no processo de tomada de decisão por parte dos órgãos de controle ambiental, refletindo inclusive na dificuldade de regulamentar adequadamente a atividade.

Em Santa Catarina a existência do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões vem permitindo que o crescimento da atividade se dê respeitando o atual conceito de desenvolvimento econômico sustentável. Apesar da colaboração do governo estadual (representado pela EPAGRI) e da UFSC (representada pelo LCM) na formação de recursos humanos, extensão, avanço tecnológico e fomento da carcinicultura, os produtores ainda têm dificuldade em divulgar e esclarecer como funciona o processo de produção, seus benefícios econômicos, sociais e custos ambientais. Além destas dificuldades, a rápida expansão das áreas de cultivo tem demandado um esforço integrado para o seu planejamento e controle.

Estimulado por esta problemática, a presente pesquisa buscou instrumental metodológico para subsidiar a seleção das áreas aptas ao cultivo, o planejamento, o monitoramento, o controle ambiental e o acompanhamento da produção.

SEÇÃO II. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

CAPÍTULO 3 - O COMPLEXO LAGUNAR

3.1 – Introdução

A área litorânea do sul do Estado de Santa Catarina selecionada para estudo localiza-se ao longo de uma extensa planície costeira, tendo como limites a Lagoa de Garopaba a nordeste, o Oceano Atlântico a sudeste, a Lagoa de Garopaba do Sul a sudoeste e as terras altas a noroeste (Figura 03).

Do ponto de vista geomorfológico, este trecho da costa catarinense enquadra-se dentro dos limites sul do Macrocompartimento das Planícies Litorâneas de Santa Catarina, segundo a classificação geral de SILVEIRA (1964, *apud* MUEHE, 1998). Esta classificação abrange as áreas que se estendem da Ilha de Santa Catarina até o Cabo de Santa Marta e que se caracterizam-se por apresentar uma linha de costa com sucessivos arcos praias delimitados por promontórios rochosos e extensas planícies costeiras, contendo uma variedade de corpos lagunares de diferentes formas, tamanhos e orientações. Conforme CARUSO Jr. (1995), este macrocompartimento pode ser sub-dividido em Compartimento da Planície Costeira de Paulo Lopes (a norte) e Compartimento da Planície de Tubarão (a sul), sendo este último o que melhor define a área deste estudo. Seus limites compreendem a Ponta da Gamboa ao norte e as lagunas de Santa Marta e Camacho/Garopaba do Sul ao sul. Este sub-compartimento caracteriza-se por apresentar um conjunto de drenagens que convergem para um sistema lagunar delimitado por extensos cordões litorâneos pleistocênicos e holocênicos. Sobre estes cordões se encontram campos de dunas ativas e bem desenvolvidas, com direção de migração predominantemente para sudoeste devido a ação do vento nordeste (CARUSO Jr. ,1995).

Os corpos lagunares encontrados neste trecho do litoral sul catarinense têm sua formação associada aos processos de transgressão e regressão do nível do mar durante o Quaternário. O efeito dessa gênese nas condições oceanográficas das lagunas faz-se notar em suas baixas profundidades, tipo de sedimento e na composição química de suas águas.

Figura 3 - Bloco-diagrama representativo dos limites da área de estudo.

Quanto às características morfológicas decorrentes da segmentação da forma original alongada e paralela à linha de costa, são encontrados basicamente dois tipos de lagunas na área: (1) as de profundidade média e ainda interligadas (como é o Caso da Lagoa de Santo Antonio/ Imaruí / Mirim e da Lagoa do Camacho/Garopaba do Sul) e as lagunas rasas (ou de banhado), com profundidades inferiores a 2 m e isoladas, já em processo avançado de colmatção e assoreamento (Lagoa do Ribeirão e de Santa Marta). O assoreamento destes corpos d'água é influenciado pela migração e transporte de sedimento das dunas (função da exposição das lagunas à direção predominante do vento), como é o caso da Lagoa de Santa Marta, e/ou pela expansão da vegetação marginal e de fundo (Lagoa do Ribeirão).

Neste estudo são utilizadas três escalas de trabalho diferentes (regional, local e de implantação), sendo que a caracterização a seguir privilegiou a escala local. Em relação às áreas emersas esta escala coincide com os limites políticos do município de Laguna, enquanto a caracterização dos corpos da água abrange as áreas sob influência direta ou indireta do curso inferior do Rio Tubarão e da região marinha adjacente.

A diversidade de ecossistemas e a extensão espacial dos mesmos fazem desta área um pólo potencial para o desenvolvimento de inúmeras atividades, muitas delas conflitantes entre si – industriais, portuárias, pesqueiras e turísticas – o que a coloca numa posição prioritária quanto à necessidade de planejamento e utilização racional de seus recursos naturais. Este capítulo é, assim, uma tentativa de reunir as principais informações já disponíveis sobre este sistema, embora deva-se ressaltar que é necessário um estudo mais dedicado e de caráter mais amplo que esta tese possa aprofundar adequadamente os conhecimentos sobre o local. Muitas das informações contidas neste capítulo foram coletadas ao longo do desenvolvimento desta tese com base no Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões (EPAGRI/UFSC), com o apoio do Laboratório de Camarões Marinhos e do Laboratório de Oceanografia Costeira (ambos da UFSC); muitas dessas ainda estão em preparação para publicação.

3.2 – Clima

A zona costeira sul do estado de Santa Catarina se encontra sob o domínio climático subtropical úmido, segundo proposta de classificação de Koeppen. Dados históricos coletados pela estação meteorológica de Laguna (1929 a 1985) e publicados por SDM/CLIMERH/EPAGRI (2001) indicam que o mês mais quente nesta área é fevereiro (com média mensal de 23,9°C), seguido por janeiro (23,7°C) e março (23,1°C). Enquanto

julho é o mês que registra as temperaturas mais baixas (média mensal de 15,7°C). A umidade relativa é praticamente constante ao longo do ano, variando entre 80,2% (média mensal de dezembro) e 84,5% (média mensal de setembro), enquanto as médias de precipitação total mensal oscilam entre 95,9 mm (junho) e 141,7 mm (março). Conforme MONTEIRO (2001), Santa Catarina é um dos estados que apresenta melhor distribuição pluviométrica ao longo do ano, sendo os eventos pluviais decorrentes da passagem de frentes frias, de vórtices ciclônicos, de cavados de níveis médios, da convecção tropical, da ZCAS (zona de convergência do Atlântico Sul) e da circulação marinha.

A circulação do ar é governada pela alternância de dominância dos anticiclones polares e do Anticiclone Tropical Semi-Fixo do Atlântico ao longo das estações do ano. Em termos gerais, nos meses de verão ocorre o domínio de massas de ar tropical, sobretudo da Massa Tropical Atlântica, enquanto nos meses mais frios aumenta a influência das massas de ar polar trazidas por anticiclones que se deslocam a partir da Argentina (MONTEIRO & FURTADO, 1995; 2001). A distribuição regional dos ventos é controlada pelo sistema de alta pressão do Atlântico Sul, sendo predominante os ventos de nordeste, com intensidade média de 12 Km.h⁻¹.¹ Nos meses de setembro a dezembro a velocidade do vento tende a ser maior, não sendo raro ocorrer neste período rajadas de até 50 Km.h⁻¹. O avanço de sistemas polares frontais, mais frequentes no inverno, altera periodicamente a direção do vento, que passa a ser do quadrante do sul por alguns dias.

3.3 – Tipos de Solos¹

A cobertura pedológica com influência direta na produção de camarão é composta por solos de sedimentação recente do Quaternário, distinguindo-se entre si ou pela classe textural, pelas condições de drenagem ou, o que é mais notável, pela origem: mineral ou orgânica. No entorno dessa cobertura pedológica ocorrem solos com relevo incompatível à carcinicultura, os solos derivados de rochas graníticas. Em sequência, são apresentados sobre os solos mapeados na área de estudo (escala local a ser descrita adiante), de acordo com a descrição EMBRAPA (1999), SANTA CATARINA (1973) e representados no Mapa 01.

¹ Os trabalhos de campo para o levantamento dos tipos de solo contaram com a participação do Prof. Antônio Ayrton Uberti, da UFSC/CCA/Departamento de Engenharia Rural.

Mapa 1 - Tipos de solos do município de Laguna.

3.3.1 - Solos de Origem Mineral

a) Solos derivados de sedimentação recente com textura arenosa e bem drenados.

Neossolo Quartzarênico Distrófico Típico – Esta nomenclatura define solos de sequência incompleta de horizontes, A/C. Conceitualmente, são solos considerados rasos, pela ausência do horizonte B. Entretanto, e para fins de uso, agrícola ou não, o comportamento é de solos profundos, pela grande profundidade do horizonte C.

Morfologicamente, os perfis de solo têm horizonte A do tipo moderado, o que, na prática, está sinalizando para teores de matéria orgânica em torno de 1% e teores de areia não inferiores a 80%. Esta classe textural arenosa responde pela ausência de estrutura no solo, bem como por graus de consistência solto, não plástico e não pegajoso.

Fisicamente, o cenário acima descrito expõe, teoricamente, os Neossolos Quartzarênicos a uma drenagem excessiva, com muito baixa capacidade de retenção de água. Entretanto, observações de campo e informações pessoais trazem à tona a versão de que esses solos são bem drenados, com boa capacidade de retenção de umidade, graças à eficiente superfície específica de suas partículas.

Quimicamente, são solos de muito baixa fertilidade natural, mas de baixa acidez. Com correção, atingem rapidamente a condição de eutrófico.

Neossolo Quartzarênico Hidromórfico – Estes, solos apresentam as características gerais daqueles anteriormente descritos, porém hidromórficos. A profundidade de lençol freático oscila com a maior ou menor pluviosidade, variando desde 20 até 120 cm durante o ano, aproximadamente.

Morfologicamente, a principal diferença reside no tipo de horizonte A, “Proeminente” no lugar do A “Fraco” dos Neossolos bem drenados. A razão está nos teores mais elevados de matéria orgânica, menos mineralizada pelo excesso de água superficial. Afora este detalhe, conservam-se as características de ausência de estrutura e de consistência, lugar comum entre os Neossolos Quartzarênicos, independentemente das condições de drenagem.

Quimicamente, o distrofismo é regra que pode ser rompida quando em condições de concheiro natural, como em Caputera. Os elevados teores de cálcio pressionam a saturação de bases que poderá ultrapassar o limite de 50%, tornando o solo eutrófico.

b) Solos derivados de sedimentação recente com textura argilosa e mal drenados

Gleissolo Melânico Distrófico Típico – Ocorre em relevo absolutamente plano e com lençol freático superficial, presença de solos mal drenados, com seqüência incompleta de horizontes, A – Cg.

Morfologicamente, tem horizonte A de coloração cinza muito escuro (horizonte A Húmico) indicadora de altos teores de matéria orgânica, dificilmente inferiores a 7%, respondendo pela transição abrupta entre horizontes. Já o horizonte C tem cores cinzas, testemunhando abundância de compostos de ferro reduzidos pelo excesso de água. A classe textural é muito argilosa, alertando para teores maiores do que 60% de argila, podendo chegar a 80%. Quando molhado o solo mostra forte aderência, através de consistência muito plástica e muito pegajosa. Quando seco, a massa do solo torna-se extremamente dura.

Quimicamente, há muito baixa disponibilidade de nutrientes e alta acidez, esta presente em condições de não alagamento.

Obs. - A maior parte da área mapeada de Gleissolo Melânico corresponde a antigas áreas de Organossolos, que pedologicamente involuíram pelo processo subsidência e mineralização da matéria orgânica.

Gleissolo Háptico Distrófico – De forma sintética trata-se de um solo com as características semelhantes às do gleissolo anteriormente descrito, porém sem o horizonte superficial escuro, o horizonte A Húmico. Assim, o tipo de horizonte A é o Moderado e a transição entre horizontes é difusa ou, no máximo, gradual.

Gleissolo Melânico Distrófico Quartzarênico. Trata-se de uma inclusão importante dentro da classe de solo Gleissolo Melânico. Após o horizonte C com classe textural muito argilosa, surge uma camada com classe textural arenosa, incluindo areia lavada.

Obs. Esta classificação do solo, incluindo o sub-grupo “quartzarênico”, foi adaptada para satisfazer um critério avaliador ausente no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, quando da classificação dos gleissolos.

Gleissolo Melânico Distrófico Hístico – Trata-se de outra inclusão importante na área de ocorrência do Gleissolo Melânico, o qual apresenta um horizonte superficial orgânico.

c) Solos derivados de rochas intrusivas ácidas, GRANÍTICAS, bem drenados e sem potencial para exploração de carcinicultura

Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico – São solos formados “in situ”, com seqüência completa de horizontes, com textura binária, franco arenosa/muito argilosa. Apresentam muito acentuado gradiente textural, produto do processo pedogenético. Com isso, tornaram-se muito vulneráveis a perdas de solo por erosão. Ocupam relevo fortemente ondulado/montanhoso/escarpado.

3.3.2 - Solos Orgânicos

a) Solos de sedimentação recente e de origem orgânica e muito mal drenados

Organossolo Háptico Sáprico (Turfa) – São solos orgânicos, apresentando teores de matéria orgânica nunca inferiores a 30%, chegando, na região mapeada, a 60-70%. Compõem um sistema de alta fragilidade, visto que, se drenados de maneira inadequada, sofrem fenômeno de subsidência, traduzido por considerável rebaixamento do terreno. Ainda, as “turfas”, pela acentuada má drenagem, não tiveram desenvolvimento pedogenético. Com isso, há plena ausência de horizontes, textura, estrutura e graus de consistência. Resumindo, todas as práticas para utilização dos organossolos, seja qual for a sua natureza, não devem ser as mesmas aplicadas em solo minerais.

Quimicamente, os organossolos têm alta acidez devida ao hidrogênio, com conseqüente alto poder tampão. Alerta-se que, não raramente, ocorrem solos orgânicos com presença de materiais sulfídricos.

3.4 - Cobertura Vegetal do Complexo Lagunar

3.4.1 – Fisiografia da zona costeira e diversidade vegetal

RAMBO (1949) divide a fisionomia geral da região sul catarinense em 4 faixas paralelas com direção norte-sul: o litoral, as lagoas, a zona dos morros e o talude da Serra Geral. Sobre as

lagunas comenta que:

“...estão em nexos evidentes com esta faixa de morros (Serra Geral), ocupando o espaço atrás ou no meio deles. Como as lagoas costeiras riograndenses, estendem-se em rosário ao longo de todo o litoral até o Tubarão servindo de bacia coletora das águas locais. (...) A linha abrupta ao longo da linha das lagunas parece indicar o litoral oceânico antigo”.

Esta planície costeira é extremamente jovem em termos de formação geológica e ainda está se desenvolvendo nos dias de hoje. REITZ (1961) afirma que:

“ o aumento da costa catarinense em sentido leste nos últimos milênios e nos tempos atuais tem como agentes principais, além da emersão, o sistema orográfico e os ventos já que é riquíssima a fonte de areias que são carregadas em suspensão nas águas oceânicas para as praias. Os rochedos de Tôrres, o Morro dos Conventos e o Cabo de Santa Marta, no sul do Estado, constituem bases para a deposição de enormes massas de areia que vieram retificar a costa naquela zona”.

A Serra Geral tem sido uma barreira geomorfológica e biogeográfica importante para estas planícies

“As planícies de Laguna a Torres são, em grandes proporções um exemplo do aumento da nossa costa. Primitivamente as águas litorâneas cobrindo todas aquelas planícies batiam no sopé da Serra Geral (...) Este lagamar ainda tem seus vestígios no colar de lagoas de Camacho, Comprida, Esteves, Mãe Luzia, Caverá e Sombrio” (REITZ, 1961).

Ainda referindo-se a Serra Geral, RAMBO (1949) considera esta grande barreira fisiográfica também como uma barreira biogeográfica significativa;

“A razão fitogeográfica do rápido esmorecimento da flora tropical e da rara imigração de elementos meridionais está na configuração da paisagem, muito mais do que no clima: a muralha da Serra em Torres toca no oceano fechando o derramamento meridional da flora do norte (...); o extremo sul de Santa Catarina, tanto em relação às planícies como ao campos do planalto, constitui um dos divisores vegetais mais interessantes e mais marcados do Brasil” (p. 20). E conclui dizendo, “o extremo sul de Santa Catarina marca o limite sul da flora costeira tropical”.

RAMBO (1954), ao comentar sobre a história da flora da costa riograndense, insere esta área como integrante da “grande faixa de areia que se estende com 600 Km de comprimento desde Torres até o Chuí; seu prolongamento setentrional vai até Laguna em SC”. Caracteriza a

cobertura vegetal em faixas de localização, ao começar pela praia,

“...batida pela ressaca é povoada por aros halófitos e, nas imediações dos balneários, por várias espécies ruderais. Imediatamente atrás dos médanos de areia móvel começa a planura coberta por gramíneas e arbustos xerófilos, freqüentes vezes interrompida por trechos brejosos e fracamente salinos. Mais para dentro, as areias solidificadas ou semimóveis são dominadas por trechos desnudos, matinhas mirtáceas no alto das dunas imobilizadas, campos secos e ralos, baixadas úmidas e subarbustivas, pequenas lagoas e pântanos invadidos pela vegetação palustre e matinhas palustres densas, mas de pouca altura”.

Ao citar o nível de endemismo sobre suas próprias investigações, que naqueles últimos 20 anos se estenderam da Lagoa dos Patos até Sombrio salienta que:

*“...a aparente falta de endemismos característicos chamou a minha atenção. Já MALME (1901), que no meio de suas herborizações nunca esquecia os problemas gerais da flora, notara este fato, quando entre 352 espécies colhidas perto de Rio Grande, reconheceu apenas 9 endemismos; seja dito antecipadamente que entre estas 9 espécies há apenas um endemismo: *Gunnera herteri*, sendo as restantes de difusão muito mais vasta do que Malme poderia saber no tempo de sua publicação (1936)”.*

RAMBO (1954), ainda faz a seguinte comparação com a flora dos morros graníticos de Porto Alegre, onde numa distância de 100 Km encontraram acima de 200 endemismos, com a flora compreendida entre Laguna e Rocha (Uruguai), onde foram encontrados apenas 9 endemismos. Embora esta extensa faixa costeira constitua um ambiente “fechado”, que nem ao norte e nem o sul está em contato com formações do mesmo tipo, nem para o interior, que está em contato com a floresta pluvial ou formações campestres, por isso mesmo seria ideal para a origem de endemismos. RAMBO (1954), procurando elucidar a questão, cita novamente MALME, explicando que o fenômeno deve-se à pouca idade do litoral.

Após longa argumentação, com base em uma lista de espécies do litoral riograndense e a possibilidades destas estarem restritas à região litorânea, RAMBO (1954) conclui:

“O litoral riograndense quaternário não foi área de evolução de novas espécies (...) Um espaço quaternário de cerca de 40.000 Km² (incluindo as partes catarinense e uruguaia, foi totalmente colonizado por espécies já anteriormente existentes (...))”.

3.4.2 - Fitofisionomia e espécies vegetais da zona costeira

De acordo com o Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina (KLEIN, 1978), a vegetação costeira é predominantemente herbácea e arbustiva com significativa influência oceânica e edáfica. Padre RAMBO (1949) ao comentar sobre a flora do litoral riograndense, traça semelhanças com a vegetação do sul de Santa Catarina, localizando a presença da

“...vegetação halófito na linha esterna das dunas, vegetação xerófila das areia movediças ou semifixas, os campos brejosos e restos de lagoas, campos secos e matilhas arbustivas”.

Com mais detalhe, (KLEIN, 1984), descreve os tipos florísticos da vegetação litorânea sul-brasileira em uma síntese fitogeográfica. Assim refere-se à vegetação de restinga:

“Representam tipos de vegetação restrita à uma faixa estreita, influenciada quer direta ou indiretamente pelo mar onde predomina o fator edáfico; forma dois agrupamentos predominantemente distintos: a vegetação das praias e das dunas. No sul do Brasil se confunde impropriamente a restinga (conceito geomorfológico) com a vegetação situada neste solos”.

A vegetação costeira pode ser subdividida de acordo com o tipo de habitat em agrupamento e associações vegetais muito características:

- **Agrupamentos varzosos:** localizados em baías, reentrâncias do mar e desembocadura dos rios onde estão os **manguezais** (Figura 04); predominam espécies arbustivas e pequenas árvores adaptadas à salinidade, à deficiência de oxigênio e ao substrato lamoso. É composto de plantas altamente seletivas, com acentuado xeromorfismo. Cita-se o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), a siriúba (*Avicennia schaueriana*) citada por KLEIN (1978 e 1984) que é a árvore mais comum com folhas pálidas e numerosos pneumatóforos, o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) ocorre em grupos no delta do rio Tubarão ou nas margens dos rios os capins praturás (*Spartina densiflora* e *S. alterniflora*) (KLEIN, 1978 e 1984), (REITZ, 1954). Sobre a borda sul-sudoeste da Lagoa de Santo Antônio, é notória a presença de um pequeno manguezal dominado por *Laguncularia racemosa* (SORIANO-SIERRA, 1991). Ocorre também o algodoeiro de praia (*Hibiscus tiliaceus* var. *fernanbucensis*) e a samambaia de mangue (*Acrostichum danaefolium*) (KLEIN, 1978).



Figura 4 – Aspectos da vegetação de transição na Lagoa Santo Antônio, município de Laguna.

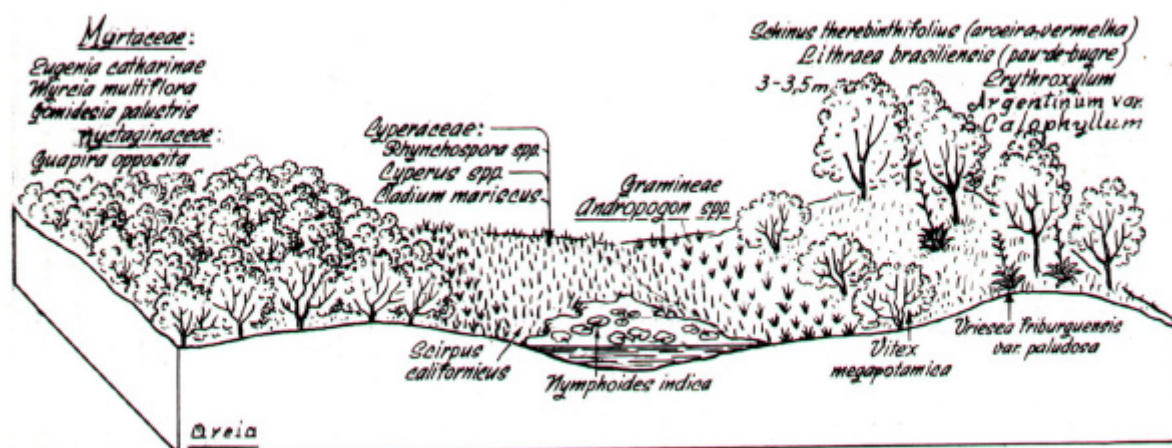


Figura 5 – Associações vegetais situadas na área das dunas semi-fixas e brejos da restinga. Fonte: KLEIN (1984).

- **Vegetação de praia:** é limitada pela ação das marés, de porte herbáceo, rasteiro e ralo, que vai se adensando a medida que avança sobre as dunas mais afastadas do mar. Dentre as espécies mais importantes, cita-se a salsa de praia (*Ipomea pescaprae*) de longos caules rastejantes, folhas grandes e flores roxas (KLEIN, 1984), a acariçoba (*Hydrocotyle bonariensis*), a grama-de-praia (*Paspalum vaginatum*) (REITZ, 1954; KLEIN, 1978) e também o capotiraguá (*Phyloxerus portulacoides*), o pinheirinho-da-praia (*Remirea marítima*), o carrapicho-da-praia ou titirica-de-praia (*Acicarpa spathulata*), a grama da praia (*Stenotaphum secundatum*), outra grama-de-praia (*Paspalum vaginatum*), o marmeleiro da praia (*Dalbergia ecastophyllum*), a comandaíba ou feijão de praia (*Sophora tomentosa*), o junco-de-praia (*Androtrichum trigynum*) e o feijão de boi ou fava de rama (*Canavalia obtusifolia*), citados por KLEIN (1978, 1984). Quase todas estas espécies apresentam

adaptações especiais para sobreviver neste ambiente, como raízes densas, estolhos subterrâneos, folhas estreitas, pilíferas ou carnosas.

- **Vegetação de dunas semi-fixas:** parte das dunas mais compactas e estabelecidas, “são cobertas por vegetação lenhosa arbustiva, caracterizada por grande uniformidade fitofisionômica, ora entremeados por vegetação herbácea de gramíneas, ciperáceas, bromeliáceas e outras” (Klein, 1984). É uma vegetação adaptada ao solo arenoso, pobre em nutrientes, à ventos forte e constante insolação. Dentre as espécies predominantes, KLEIN (1978) cita a aroeira vermelha (*Schinus terebintifolius*), a aroeira (*Lithraea brasiliensis*), a capororoca (*Rapanea parvifolia*), a maria-mole (*Guapira opposita*), o guararamirim (*Gomidesia palustris*), a caúna (*Ilex dumosa*), a carne-de-vaca (*Psychotria alba*).



Figura 6 – Foto de buteazeiro – Laguna, Santa Catarina

A vassoura vermelha ou vassourão (*Dodonea viscosa*) típica em áreas onde houve devastação relativamente recente da vegetação mais densa e o buteazeiro (*Butiá capitata*) citado também por REITZ (1954) formando não raras vezes aglomerados chamados butiaúbas (Figura 06). KLEIN (1984), cita também como presentes sobre as dunas o mangue-de-praia (*Scaevola plumieri*) formando densos agrupamentos, a avenca-de-praia (*Polygala cyparissias*) e arbustos entremeados pelo capim-de-praia (*Spartina ciliata*) que são o fedegoso (*Sophora tomentosa*), e o tarumã (*Vitex megapotamica*), este último também citado por REITZ (1954).

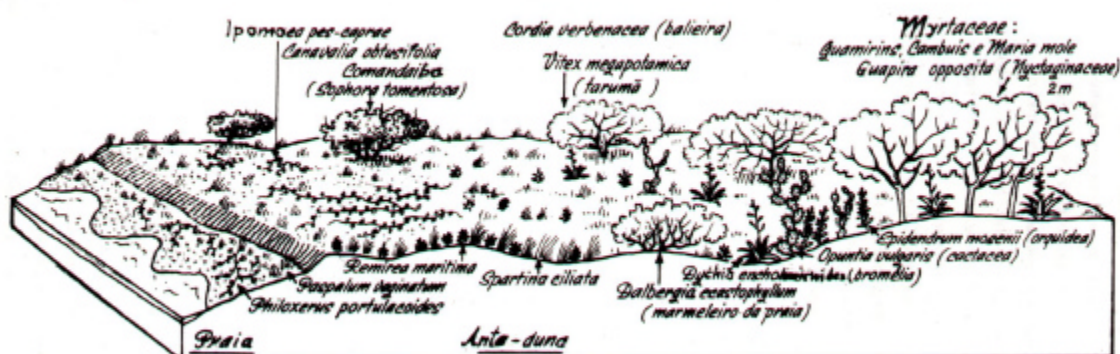


Figura 7 - Associações vegetais situadas na anteduna da restinga. Fonte: KLEIN (1984).

- **Vegetação de terrenos mais firmes e menos ondulados, podendo formar densas matilhas e arbustos:** são predominantemente ocupados pelos guamirins (*Eugenia catharinae*, *E. umbelliflora*, *E. itaculumensis* e *Gomidesia palustris*) e o cambuí (*Myrcia multiflora* var. *glaucensis*) citado por KLEIN (1978 e 1984) e REITZ (1954). KLEIN (1984), cita também como espécies presentes em terrenos mais secos e estáveis diversas epífitas como a orquídea-de-praia (*Epidendrum moseii*) e diversas espécies da família das bromeliáceas, a arumbeva (*Opuntia arechavaletai*), a guabiroba-da-praia (*Campomanesia littoralis*), a maria-mole (*Guapira opposita*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*) o tarumã (*Vitex megapotamica*), a balieira (*Cordia verbenácea*) e o gravatá-de-flores-alaranjadas (*Dyckia encholirioides*), estas quatro últimas também citadas por REITZ (1954). Em solos arenosos enxutos, segundo KLEIN (1984) desenvolve-se também a aroeira vermelha (*Schinus terebinthifolius*), o pau-de-bugre (*Lythracea brasiliensis*), o concon (*Erythoxylum argentinum*) e o capim-colchão (*Andropogon leucostachyus*), este último também citado por REITZ (1954).

- **Vegetação que se desenvolve sobre rochas:** predominam a figueira mata-pau (*Coussapoa schottii*), bromeliáceas rupícolas do genero *Dyckia* e *Aechmea*, cactáceas como a arrumbeva (*Opuntia arechchvelatai*) e o mandacaru (*Cereus peruvianus*) (KLEIN, 1978).

- **Vegetação que se desenvolve em pequenas depressões ou solos mais úmidos:** predomina um arbusto rasteiro da habitat paludoso, o marmeleiro-da-praia (*Dalbergia ecastophylla*) (KLEIN, 1984; SORIANO-SIERRA, 1991).

- **Vegetação que se desenvolve em pequenas depressões periodicamente inundadas:**

segundo Klein (1984) são representativas a tiririca (*Cladium mariscus* spp. (*Jamaicensis*) e a tiririca-branca (*Scirpus giganteus*).

- **Vegetação que se desenvolve em pequenas lagoas permanentes:** KLEIN (1984) cita a soldanela-d'água (*Nymphoides indica*) espécie helófita, junco ou peri (*Scirpus californicus*), a tiririca (*Heliocharis geniculata*), o peri (*Fuirena robusta*) e o aguapé (*Eichornea crassipes*), esta última também citada por SORIANO-SIERRA (1991). Este autor ao estudar a vegetação dos marismas que ocorrem nas proximidades dos rios que deságuam no sub-sistema Mirim-Imarui-Santo Antônio e lagoas do complexo, cita como espécies fanerogâmicas predominantes desses ambientes a *Scirpus marítimus* nas lagoas do Mirim e do Estreito do Perrixil, do Ribeirão Grande, de Santa Marta, do Camacho e de Garopaba do Sul; a *Typha dominguensis* na Lagoa do Imaruí e da Manteiga e a *Spartina alterniflora* como predominante na Lagoa de Santo Antônio. Cita também outras espécies dominantes que acompanham estas principais que são: *Azolla filiculoides*, *Crinum kutianum*, *Eicchornia azurea*, *E. crassipes*, *Hetheranthera limosa*, *Laguncularia racemosa*, *Myriophyllum brasiliense*, *Pistia strattoides*, *Pontederia cordatas*, *Salicornia* sp. *Salvia auriulata*, *Ruppia marítima*. No total, os marismas do complexo lagunar sul-catarinense, apresentam 35 espécies pertencentes a 32 gêneros e 23 famílias, sendo as mais representativas a *Salvinácea*, a *Cyperácea*, a *Gramineae* e a *Pontederiaceae*. Os marismas salgadas e salobras encontram-se em maior extensão próximo aos rios que deságuam no sub-sistema Mirim – Imaruí – Santo Antônio. Ao falar da importância ecológica destas áreas SORIANO-SIERRA (1991) ressalta que:

“Nos recursos de marismas e/ou de vegetação paludosa flutuante ou submersa que ocupa a maior extensão das margens lagunares, ocorre uma fauna abundante e diversificada cujos integrantes as tem como nichos ecológicos; as procuram em busca de alimento; para se proteger ou desovar”.

3.4.3 – Cobertura vegetal e uso atual do solo²

² O levantamento da cobertura vegetal e uso atual do solo do Município de Laguna contaram com a participação e colaboração da Prof. Dra. Ângela da Veiga Beltrame, UFSC/CFH/Departamento de Geociências.

Para a identificação das categorias de uso do solo atual do município de Laguna realizou-se fotointerpretação de aerofotos de abril de 2002 em escala 1:20.000, seguida de checagem em campo. Identificou-se as seguintes categorias e seus respectivos percentuais de ocupação: campos secos/agricultura (áreas drenadas) – 32,5%; vegetação de dunas – 19,5%; banhados (áreas encharcadas permanentemente) – 13,9%; campos úmidos/agricultura (áreas mal drenadas) 13,9%; vegetação arbórea – 9,2%; urbanização – 6,5%; dunas – 3,2%; aquicultura – 2,2%; manguezal – 0,7%; solo exposto – 0,5%, conforme mapa 02.

As áreas ocupadas por campos secos/agricultura e campos úmidos/agricultura estão delimitadas por drenagens artificiais e naturais, como também por taludes de proteção contra a entrada de água. São utilizadas para pastagens, rizicultura, agricultura de subsistência ou mantidas com capoeirinha. A expansão destes usos é definida pelas obras de drenagem locais.

Observa-se uma vegetação predominantemente alterada pelas atividades agropecuárias em estágios iniciais de sucessão vegetal. As condições de regeneração natural são inicialmente dificultadas pelas condições edáficas, seguidas pelas condições climáticas.

Como consequência da intensidade de uso e da baixa fertilidade natural dos solos, a sucessão natural é mais lenta e deficiente se comparada à floresta de encosta atlântica. Conforme LUZ (1986) descrevendo o uso do solo na área, comenta que:

“após vários anos de utilização, este solo que naturalmente já apresenta baixa fertilidade natural torna-se “cansado” ou esgotado. Conseqüentemente neste solo ocorre a instalação de gramíneas evidenciando deste modo a instalação do primeiro estágio da vegetação secundária”.

Isto é notado nas elevações que contornam as “Lagoa do Mirim – Imaruí – Santo Antônio. Nestas elevações observa-se a Melinis minutiflora (capim melado). Esta gramínea de origem africana é considerada uma verdadeira praga, devido a grande facilidade de crescimento cobrindo totalmente o solo (...). Cabe ainda ressaltar as áreas de pastagens localizadas nas várzeas ao longo dos rios e das planícies arenosas (...) (como as de)... Campos Verdes (Laguna), as das várzeas do rio D’una e Aratingaúba, cujo gado destina-se ao corte e a produção de leite”.

Mapa 2 - Cobertura vegetal e o uso atual do solo do Município de Laguna.

Todavia esta afirmação enquadra-se bem às áreas de solos quartzarênicos (Mapa 01) como os terrenos de Campos Verdes e entorno da sede do município de Laguna, de Caputera até as proximidades do aeroporto. Já as áreas formadas às margens do antigo delta do rio Tubarão, por seu turno, apresentam solos do tipo neossolos quartzarênico, com horizonte superior argiloso seguido por horizonte arenoso. São caracterizados como mais férteis que os quartzarênicos, esgotando-se mais tardiamente e portanto melhores para agricultura. Neste último caso, por serem áreas mais planas e férteis, a pastagem permanece com mais expressão (Mapa 2).

A partir da década de 50 a rede hidrográfica do município passou a sofrer alterações que levaram a retificação dos cursos d'água, a construção de canais e diques, através da iniciativa privada e institucional. Tais medidas destinaram-se à diminuição das áreas de banhado, disponibilizando-as para a agricultura, especialmente para o cultivo de arroz irrigado.

LUZ (1986) comenta que na década de 80 a rizicultura era uma atividade expressiva, desenvolvida principalmente nas várzeas dos principais rios. LUZ afirma que:

“A rizicultura apresenta-se com uma tecnologia bastante desenvolvida onde o emprego das melhores sementes, insumos e equipamentos pesados é bastante intenso(...) Entretanto nas áreas de rizicultura ocorre a mão-de-obra assalariada, com a incrementação de insumos e equipamentos pesados”.

LUZ (1986) ao realizar fotointerpretação comparativa dos anos de 1958 e 1978 do Município de Laguna, observa que a quantidade de sedimentos transportados pelos rios que drenam Laguna certamente acentuou-se em função da intensificação dos desmatamentos e conclui:

“A área de estudos compreendida pelos municípios de Imaruí, Imbituba e Laguna vem sofrendo uma degradação do meio ambiente de forma intensiva sendo que dos seus 1.162 Km², somente 4,6% da cobertura vegetal original apresenta-se intacta (...). O processo de desmatamento ocorre desde a colonização no século XVIII até os dias atuais em função principalmente da atividade agrícola. Este fato é bastante característico nas várzeas dos principais rios onde a vegetação a partir de 1958 vem sendo paulatinamente retirada em função da incrementação de áreas de pastagens associadas à rizicultura”.

Entretanto atualmente a rizicultura não se apresenta mais tão expressiva no município. Tal fato deve-se a baixa aptidão das áreas do entorno das lagoas (Camacho, Ribeirão, Manteiga e Santa Marta), pela restrição à água doce e influência da maré onde desenvolve-se inclusive espécies de transição como a samambaia do mangue (*Acrostichum danaeifolium*).

Neste sentido, a carcinicultura encontra nestas áreas condições naturais favoráveis ao seu

desenvolvimento, o que se deu principalmente a partir de 1998 principalmente, com a implantação do PEDCC (veja Capítulo 1). Esta nova atividade tem recebido a atenção dos órgãos competentes, especialmente quanto à autorização para implantação e execução dos empreendimentos de forma planejada. Insere-se neste contexto, a atenção ao respeito às APPs, aos afastamentos legais das margens de lagoas, cursos de água e estradas. Muitos destes itens não observados em áreas de uso agropecuário, passaram a ser melhor fiscalizados com a mudança da atividade para carcinicultura.

3.5 – Características hidrográficas

As principais bacias hidrográficas do sul catarinense são as dos rios Tubarão e D'Una. Destas, a mais expressiva e de interesse direto deste trabalho é a do Tubarão. Este rio nasce na encosta da Serra Geral e é formado pelos rios Rocinha, Bonito, Oratório, Capivaras e Hipólito. Seus principais afluentes pela margem esquerda são os rios Braço do Norte, Capivari, Laranjeiras e Congonhas e, pela margem direita os rios Palmeiras e Pedras Grandes/Azambuja.

O Rio Tubarão é o principal contribuinte do aporte fluvial no Complexo Lagunar do Sul Catarinense, desembocando na Lagoa de Santo Antonio após percorrer uma distância de 120 Km e drenar uma área de 5.640 Km². Sua vazão média foi estimada em 50 m³.s⁻¹ (SDM, 1997). Medidas de descarga obtidas por um período de 30 anos pelo DNAEE em 8 estações de medições identificaram os meses de março a setembro como os de menor vazão e os meses de fevereiro e março como os de maior vazão (SDM, 1997).

Ainda conforme a SDM (1997), as principais fontes poluidoras do Rio Tubarão e seus respectivos tipos de poluição são:

Mineração: resíduos da extração de carvão

Urbano-Industrial: efluentes orgânicos e tóxicos

Engenhos de mandioca: efluentes tóxicos

Atividades relacionadas à lavoura: agrotóxicos e assoreamento do rio

Atividades relacionadas à pecuária: coliformes fecais por dejetos de suínos

No que diz respeito ao conjunto de lagunas que compõem a bacia hidrográfica em questão destacam-se as lagunas de Santo Antonio (com uma área de 33,85 Km²), Imaruí (86,32 Km²), Mirim (63,77 Km²), Santa Marta e Camacho/Garopaba do Sul (22,94 Km²). Destas, apenas as lagunas de Santo Antonio e a do Camacho possuem comunicação direta com o mar, as quais

são denominadas, respectivamente, Barra de Laguna (a mais importante) e Barra do Camacho.

Os principais aportes de água doce nestas lagunas são: os rios Tubarão e Sambaqui na Lagoa de Santo Antonio; os rios Aratingaúba e Siqueira na Lagoa de Imarúi e os rios D'Una e Mané-Chico na Lagoa Mirim. Na laguna do Camacho/Garopaba do Sul o principal aporte fluvial atualmente é o Rio Congonhas, que deságua em sua porção oeste e possui uma área de drenagem de 380 Km², abrangendo os municípios de Treze de Maio, Jaguaruna, Tubarão e Laguna (SocioAmbiental, 2001). Este rio é considerado poluído por adubos e biocidas da rizicultura, segundo diagnóstico geral realizado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (1997). Estudos sobre a vazão da bacia de drenagem dos principais contribuintes da Lagoa do Camacho chegaram a um valor de vazão média de longo período de 9,9 m³.s⁻¹ (UNISUL/GRUPERH, 1998). Além destes aportes fluviais, esta laguna recebe ainda a contribuição de águas doces provenientes de um canal que faz conexão com a Lagoa da Manteiga e aportes subterrâneos de parte da planície deltaica do Rio Tubarão. O escoamento destas águas se dá preferencialmente pela Barra do Camacho e secundariamente através de um sistema de canais que a conecta com a Lagoa de Santa Marta e Rio Tubarão.

3.6 - Caracterização oceanográfica dos corpos lagunares

Os corpos d'água que compõem este estudo são formados pelas lagunas de Santo Antonio, Imarúi, Ribeirão, Camacho/Garopaba do Sul e Santa Marta, além dos canais de comunicação entre estas. Os itens descritos a seguir foram elaborados a partir de um conjunto de dados físico-químicos da coluna d'água levantados em diferentes datas durante o desenvolvimento desta tese, tendo como objetivo obter informações básicas sobre as principais características oceanográficas destes ambientes (Tabelas 02 e 03). A figura 08 indica o posicionamento das estações amostradas.

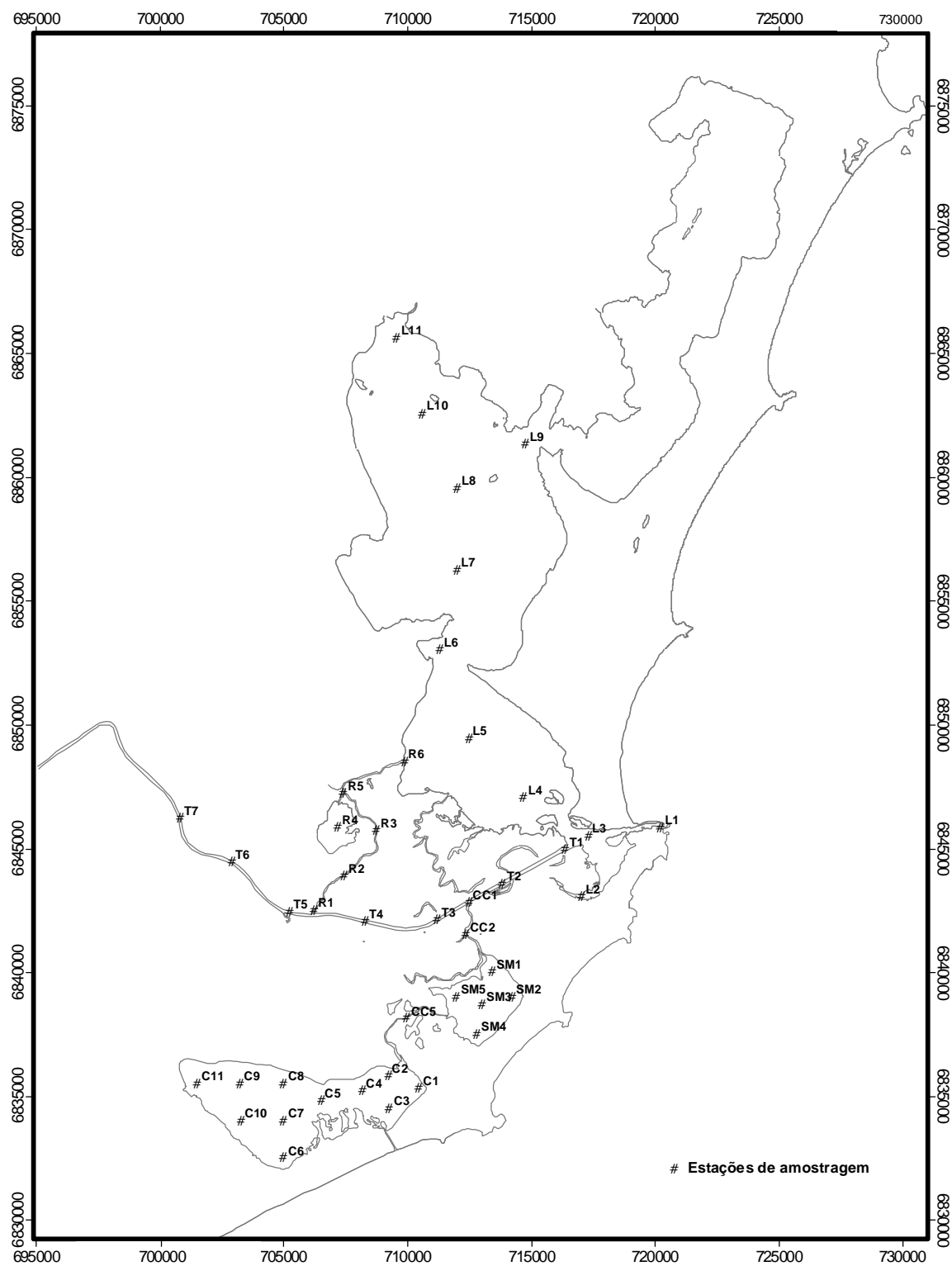


Figura 8 - Posicionamento das estações de amostragem no Complexo Lagunar.

Tabela 2 – Dados de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, disco de Secchi e sedimentos na Lagoa de Santa Marta (SM) e Camcho/Garopaba do Sul(C).

St.	Prof m	Prof. Amostr.	Temperatura ° C			Oxigenio Dissolvido mg.l ⁻¹			pH			Salinidade PSU			Turbidez NTU			Secchi cm		Sedimento
			jun/01	set/01	jul/02	Jun/01	set/01	jul/02	jun/01	set/01	jul/02	jun/01	set/01	jul/02	jun/01	set/01	jul/02	jun/01	set/01	
SM1	1,3	sup	22,1	18,4	19,3	6,5	9,1	10,5	7,6	8,5	8,2	8,7	10,3	4,2	12,8	4,0	7,2	70	TOTAL	LAMA
		fundo	22,1	18,4	-	6,5	8,9	-	7,5	8,5	-	8,7	10,3	-	16,8	4,9	-			
SM2	1,5	sup	22,3	18,2	19,3	7,0	8,6	9,7	8,0	8,4	8,2	10,0	10,4	4,4	7,8	2,6	4,5	70	TOTAL	LAMA
		fundo	22,3	18,1	19,3	6,5	8,15	9,2	7,93	7,24	8,14	10,3	10,4	4,4	24	2,57	2,02			
SM3	1,7	sup	22,3	18,5	19,6	7,0	8,1	10,4	7,9	8,0	8,3	10,1	10,7	4,3	4,6	31,5	4,6	80		LAMA
		fundo	22,4	18,5	19,5	6,72	7,87	9,82	7,89	7,56	8,3	10,1	10,7	4,2	6	24,63	5,2			
SM4	1,0	sup	22,4	19,6	20,2	7,8	8,2	13,8	8,4	8,3	8,9	9,9	10,2	4,3	2,9	18,6	4,7	TOTAL	60	AREIA
		fundo	-	19,6	-	-	6,2	-	-	7,8	-	-	10,2	-	-	13,4	-			
SM5	1,5	sup	22,1	19,2	19,5	7,4	8,6	9,9	8,0	8,4	8,1	10,9	10,5	3,4	5,1	40,5	4,1	TOTAL	60	AREIA
		fundo	22,3	19,5	19,4	7,3	7,2	9,8	8,0	7,9	8,3	12,0	10,5	3,9	5,1	39,0	1,2			
C1	1,3	sup	20,6	19,0	19,1	6,6	8,4	10,1	7,9	8,4	8,2	13,5	16,5	3,9	4,8	5,5	1,6	100	90	AREIA
		fundo	20,6	18,9	19,1	6,5	8,6	9,9	7,9	8,4	8,1	13,9	22,8	3,9	5,2	11,9	1,1			
C2	1,5	sup	21,2	18,4	19,5	8,2	8,9	10,1	7,8	8,5	8,1	13,8	16,5	3,7	10,0	5,7	3,0	80	105	AREIA LAMOSA
		fundo	21,0	18,4	18,7	6,0	8,0	8,7	7,8	8,3	8,0	13,8	20,8	4,1	11,0	18,3	4,2			
C3	1,6	sup	21,0	17,9	19,0	7,2	8,8	10,3	8,0	8,5	8,1	14,7	16,1	3,2	2,1	10,0	3,0	TOTAL	70	AREIA
		fundo	21,0	18,0	18,8	7,0	8,5	10,7	8,0	8,5	8,1	14,6	16,2	3,5	3,9	14,6	2,9			
C4	1,8	sup	21,0	18,0	19,4	7,0	8,8	10,5	7,9	8,4	8,2	14,1	15,3	3,9	2,9	6,5	2,5	140	100	AREIA LAMOSA
		fundo	21,0	18,1	19,0	7,0	8,5	10,4	8,0	8,4	8,0	19,2	15,3	3,6	8,8	6,7	2,0			
C5	2,1	sup	21,0	18,1	19,8	6,6	8,9	9,8	7,9	8,3	8,1	11,3	14,3	3,2	2,1	7,5	2,8	160	100	AREIA LAMOSA
		fundo	21,0	18,1	18,4	6,5	8,5	9,4	8,1	8,3	7,9	23,7	14,3	3,2	3,3	8,0	4,4			
C6	1,4	sup	21,3	17,7	19,3	6,8	8,3	10,3	8,0	8,3	8,3	9,7	13,6	2,8	1,9	4,3	4,4	TOTAL	TOTAL	AREIA
		fundo	21,3	17,7	16,8	6,6	7,9	10,1	8,0	8,2	8,0	9,7	13,8	3,0	4,5	12,9	6,7			
C7	2,0	sup	21,1	17,6	19,2	7,2	7,8	12,9	8,1	8,3	8,3	11,4	13,8	3,0	6,0	3,8	4,8	-	50	AREIA LAMOSA
		fundo	21,2	17,6	18,8	7,0	7,3	9,3	8,0	7,5	7,8	11,6	13,8	3,0	2,1	37,6	5,2			
C8	1,9	sup	21,3	17,6	18,9	6,2	8,5	9,7	7,7	8,3	8,0	11,8	14,1	3,2	3,2	2,3	1,1	120	110	AREIA LAMOSA
		fundo	21,3	17,6	18,5	5,9	8,3	9,5	7,7	8,3	8,0	11,8	14,1	3,3	6,2	7,4	3,7			
C9	1,8	sup	21,2	17,5	18,9	6,6	8,3	9,2	7,8	8,3	7,8	11,0	14,0	1,9	1,7	5,8	5,6	-	110	AREIA
		fundo	21,2	17,6	18,5	6,2	8,1	8,5	7,7	8,3	7,8	11,1	14,0	3,1	1,7	8,9	7,4			
C10	2,1	sup	21,3	17,7	19,0	6,2	7,7	6,1	7,7	8,1	7,2	10,6	13,4	1,3	0,9	10,7	6,6	TOTAL	80	LAMA ARENOSA
		fundo	21,6	17,7	18,8	5,5	7,5	8,3	7,7	8,1	7,9	11,7	13,4	2,6	1,4	9,4	5,6			
C11	1,7	sup	21,4	18,0	19,1	5,8	7,4	6,0	7,5	7,9	7,3	8,8	13,1	0,5	1,6	9,1	8,0	TOTAL	92	LAMA ARENOSA
		fundo	21,9	17,8	18,4	4,4	6,7	5,8	7,7	8,0	7,4	9,6	14,1	1,5	1,3	9,3	7,6			
CC1	3,3	sup	-	19,2	19,1	-	7,75	7,6	-	6,66	7,1	-	7,1	5,1	-	6,69	15,7	-	120	AREIA
		fundo	-	19,2	18,8	-	7,69	7,3	-	7,84	7,4	-	7,9	8,2	-	6,10	10,3			
CC2	2,7	sup	-	18,7	19,3	-	8,76	7,5	-	8,15	7,1	-	10,4	3,6	-	9,12	8,2	-	130	AREIA LAMOSA
		fundo	-	18,7	19,3	-	8,63	8,0	-	7,56	7,4	-	10,4	4,5	-	5,07	7,0			
CC5	1,6	sup	-	19,1	19,9	-	8,90	13,2	-	8,32	8,8	-	13,6	3,9	-	4,72	5,2	-	120	LAMA
		fundo	-	19,1	-	-	6,45	-	-	8,25	-	-	13,6	-	-	17,87	-			

Tabela 3 – Dados de temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, turbidez, disco de Secchi e sedimentos nas Lagunas de Santa Antônio, Imaruí(L) e Rio Tubarão(T) em março de 2000 e junho 2001.

St.	Prof m	Prof. Amost	Temperatura ° C		Oxig. Dissolv. mg ⁻¹		pH		Salinidade PSU		Turbidez NTU		Secchi cm	Sedimento
			mar/01	jul/02	mar/01	jul/02	mar/01	jul/02	mar/01	jul/02	mar/01	jul/02	mar/01	
L1	8,2	sup	26,4	17,6	6,5	9,5	7,1	8,1	5,9	18,0	11,2	7,2	150	AREIA
		fundo	21,6	17,5	6,2	9,6	8,0	8,2	30,5	29,4	6,3	—		
L2	0,4	sup	29,5	—	7,8	—	8,1	—	9,2	—	24,3	—	Total	AREIA
		fundo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
L3	2,6	sup	26,6	18,1	6,6	8,6	6,8	8,0	2,0	17,1	13,0	7,8	80	AREIA
		fundo	24,1	18,0	5,3	9,7	7,8	8,2	19,5	29,1	4,0	6,9		
L4	0,9	sup	26,0	19,2	6,5	9,2	7,7	8,1	9,7	14,6	3,1	2,8	Total	AREIA
		fundo	—	18,7	—	10,5	—	8,2	—	16,5	—	3,9		
L5	1,4	sup	26,9	19,6	6,2	10,3	7,8	8,2	10,2	14,7	3,2	4,3	120	AREIA LAMOSA
		fundo	26,8	18,4	5,8	9,7	7,8	8,3	10,2	25,8	3,5	1,6		
L6	3,2	sup	27,3	19,5	6,1	10,0	7,7	8,2	8,9	13,9	2,9	2,7	175	AREIA LAMOSA
		fundo	27,4	19,4	5,3	9,7	7,7	8,2	9,5	17,5	9,9	5,6		
L7	1,6	sup	27,3	19,2	6,0	9,7	7,6	7,9	7,1	11,7	3,4	1,7	Total	AREIA LAMOSA
		fundo	27,8	19,8	4,7	8,9	7,4	8,1	8,3	15,2	4,8	2,7		
L8	1,6	sup	27,6	19,1	6,2	9,5	7,6	7,9	5,0	12,5	3,7	0,5	150	LAMA ARENOSA
		fundo	27,5	19,8	6,1	8,0	7,7	7,6	5,0	13,9	4,3	6,9		
L9	1,6	sup	27,5	20,2	6,1	8,8	7,6	7,7	3,4	10,9	6,4	3,2	110	LAMA ARENOSA
		fundo	27,5	19,7	5,8	8,5	7,5	7,7	3,4	11,4	6,2	3,0		
L10	1,2	sup	27,3	19,5	6,2	9,6	7,6	7,8	2,9	12,9	10,4	3,2	80	LAMA
		fundo	27,3	20,3	6,0	7,8	7,5	7,8	3,3	12,8	9,7	4,4		
L11	0,8	sup	27,0	20,2	5,2	5,5	7,3	7,3	0,3	11,9	26,3	5,1	40	LAMA
		fundo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
T1	3,9	sup	27,1	18,0	6,6	8,6	6,6	7,0	0,5	0,5	17,4	23,4	50	AREIA
		fundo	25,0	17,8	5,4	8,9	7,6	8,2	14,9	28,6	6,6	8,5		
T2	4,5	sup	26,7	18,8	6,6	8,4	6,7	6,8	0,0	0,0	19,9	22,5	60	AREIA
		fundo	24,1	—	5,57	8,5	7,87	8,19	22,2	28,9	8,43	4,81		
T3	3,6	sup	26,7	18,9	6,6	8,4	6,1	6,3	0,0	0,0	18,1	21,6	50	AREIA
		fundo	26,6	18,6	5,34	9,1	6,05	7,78	0,0	16,7	88,1	6,51		
T4	4,8	sup	26,4	19,2	6,5	9,2	6,1	6,4	0,0	0,0	21,3	20,8	50	AREIA
		fundo	23,3	18,8	5,6	9,6	6,1	6,1	0,0	0,0	37,0	22,3		
T5	4,6	sup	26,5	19,1	6,6	9,4	5,9	6,4	0,0	0,0	32,7	13,1	40	AREIA
		fundo	26,1	18,9	6,2	9,3	5,8	6,3	0,0	0,0	86,7	13,9		
T6	4,5	sup	26,2	19,5	6,7	9,7	5,3	6,5	0,0	0,0	12,1	9,3	90	AREIA
		fundo	26,1	19,3	5,9	9,4	5,3	6,5	0,0	0,0	67,6	9,7		
T7	4,7	sup	26,3	19,5	6,8	9,2	4,8	6,6	0,0	0,0	6,1	6,5	200	AREIA
		fundo	26,2	19,3	5,9	9,2	4,9	6,6	0,0	0,0	25,0	8,4		
R1	1,9	sup	26,3	19,2	6,4	9,5	5,5	6,4	0,0	0,0	57,0	15,9	20	AREIA
		fundo	26,5	—	6,1	—	5,5	—	0,0	—	166,0	—		
R2	2,0	sup	27,8	19,2	5,3	7,3	6,0	6,5	0,0	0,0	43,1	10,5	30	LAMA
		fundo	27,6	19,1	4,55	7,26	6,16	6,62	0,0	0,0	76,5	12,64		
R3	1,7	sup	28,0	19,4	5,9	4,2	6,2	6,8	0,0	1,5	27,9	10,2	45	LAMA
		fundo	27,3	18,3	3,44	6,16	6,18	7,15	4,7	11,7	20,6	6,12		
R4	1,0	sup	28,8	20,2	7,8	8,0	7,8	7,6	4,9	13,3	9,6	6,5	75	LAMA
		fundo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
R5	3,3	sup	27,9	20,5	5,8	4,3	6,4	6,9	0,7	7,0	8,7	4,6	80	AREIA
		fundo	28,8	19,5	6,0	9,5	7,6	8,0	5,1	13,1	14,3	6,7		
R6	1,8	sup	29,2	20,7	7,3	9,8	7,8	7,9	5,2	9,3	15,1	6,8	50	LAMA
		fundo	28,8	20,0	6,4	11,1	7,7	8,2	7,3	10,8	18,8	7,1		
R7	1,3	sup	27,1	—	4,3	—	7,5	—	12,3	—	6,5	—	90	LAMA
		fundo	27,0	—	3,9	—	7,5	—	12,4	—	17,7	—		
R8	1,2	sup	27,9	—	4,7	—	7,5	—	7,5	—	8,3	—	60	LAMA
		fundo	27,8	—	4,0	—	7,5	—	8,1	—	13,2	—		
R9	1,3	sup	28,8	—	1,9	—	7,2	—	8,1	—	4,1	—	—	LAMA
		fundo	29,3	—	0,7	—	7,1	—	8,5	—	5,2	—		
R10	0,3	sup	29,1	—	5,3	—	7,8	—	5,0	—	31,4	—	30	LAMA
		fundo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

3.6.1 - Comportamento hidrodinâmico das desembocaduras

Devido à ação combinada das três principais forçantes hidrodinâmicas (fluxo fluvial, regime de ventos e correntes de maré), o padrão de circulação das águas no sistema estudado é altamente variável. Conforme já observado em outros corpos lagunares do sul do Brasil, o vento exerce um papel importante nas trocas de energia e matéria entre as águas lagunares e marinhas, sobrepujando muitas vezes a importância das marés nas oscilações do nível do mar e na determinação da circulação interna. Observações de campo permitiram que fosse proposto o padrão a seguir. Em condições de vento nordeste (com intensidade de moderada a forte), ocorre um aumento do fluxo de vazante, tornando as águas próximas à desembocadura menos salinas e com maior turbidez. Esta condição é propícia à formação de uma pluma superficial na região costeira adjacente a desembocadura, a qual pode atingir vários metros de extensão. Por outro lado, durante o predomínio de ventos do quadrante sul, ocorre um empilhamento das águas marinhas junto a costa e conseqüentemente uma maior penetração de água salgada para o interior da laguna, represando o fluxo fluvial nas áreas mais a montante do sistema. Sob esta condição, a carga de material em suspensão é menor a jusante do sistema, enquanto a montante ocorre uma intensificação do processo de floculação, levando a deposição do material fino trazido em suspensão.

O Complexo Lagunar apresenta duas comunicações com o mar: Barra de Laguna e Barra do Camacho, sendo a primeira a que proporciona as trocas de água mais eficientes por apresentar maior seção transversal e por receber a maior parte da vazão do Rio Tubarão. Estudos hidrodinâmicos realizados nestas desembocaduras e também junto à foz do Rio Tubarão na Lagoa de Santo Antonio (desembocadura intra-lagunar) pelo Laboratório de Oceanografia Costeira - UFSC geraram as informações a seguir sintetizadas.

Na desembocadura da Lagoa de Santo Antonio, conhecida como Barra de Laguna, foram encontradas em março de 2001, durante 1 ciclo completo de maré em condições de sizígia, velocidades de correntes superficiais máximas da ordem de 100 cm.s^{-1} durante a vazante e de 60 cm.s^{-1} durante a enchente. Não foi verificada nesta ocasião a ocorrência de estratificação dos fluxos, nem mesmo nos períodos de reversão da maré. Assim, as correntes mantiveram-se fluindo homogeneamente no sentido da vazante ou enchente em toda a coluna. A duração das correntes de enchente e vazante foi assimétrica ao longo do ciclo de maré (13 horas), com a vazante durando quase 9 horas (Figura 09). O controle horário da oscilação da maré no Canal da Barra, durante as 13 horas do experimento indicou uma amplitude máxima de 26 cm do nível do mar. As propriedades físico-químicas da coluna d'água acompanharam o

comportamento da onda de maré, ocorrendo um aumento da salinidade e do pH durante a enchente, sobretudo junto ao fundo, e redução dos valores de temperatura (BONETTI FILHO *et al.*, 2001). Considerando-se as variações de salinidade nas camadas superficiais e de fundo, o padrão de mistura estuarina nesta desembocadura aproxima-se do modelo de estuário parcialmente misturado proposto por CAMERON & PRITCHARD (1963) durante a maior parte do ciclo de maré. Os maiores valores de turbidez foram observados próximos ao fundo e durante a vazante (máximo de 8,65 NTU), indicando uma maior capacidade destas correntes na remobilização do material particulado depositado e eventual exportação deste para a região costeira adjacente.

BARRA DE LAGUNA

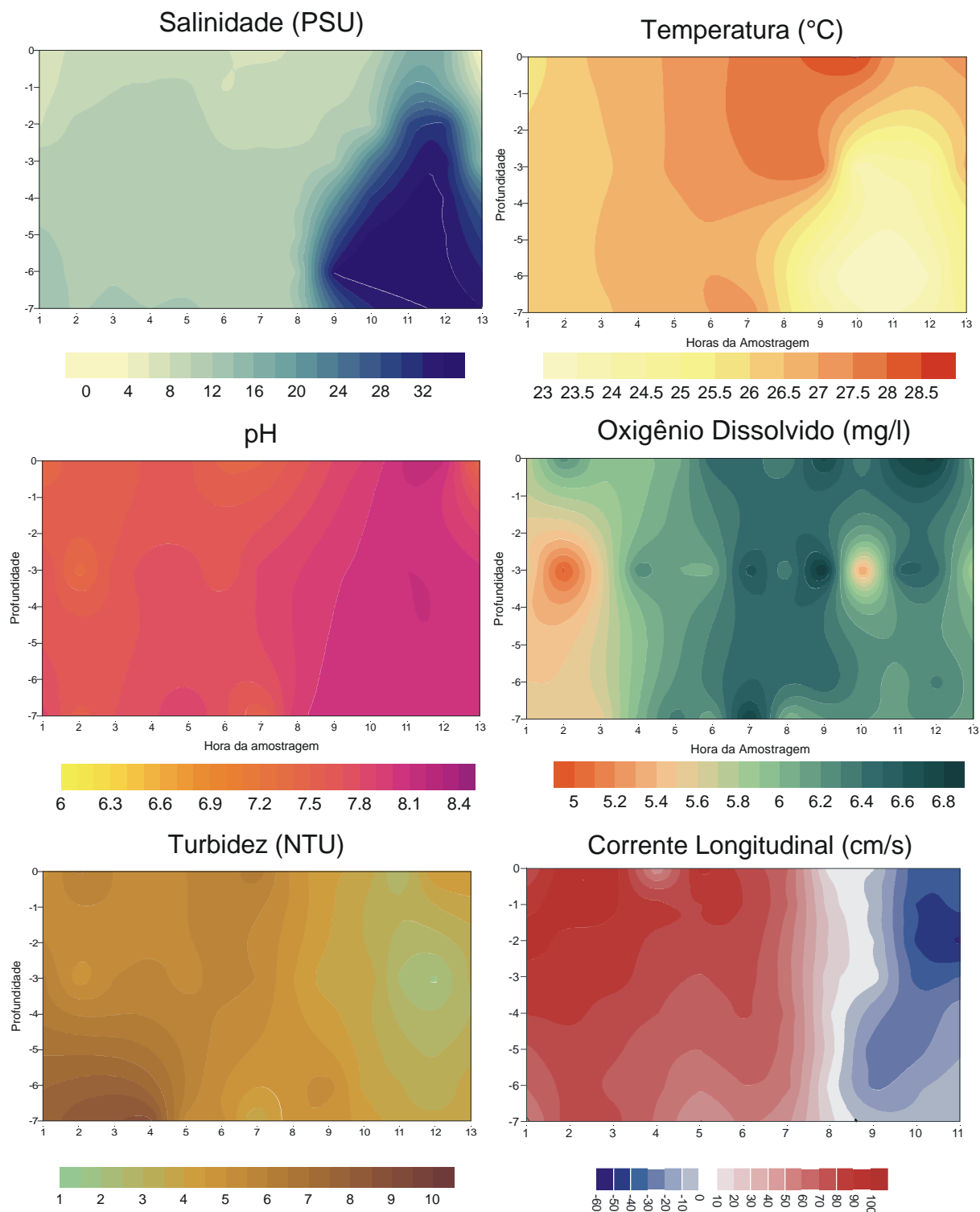


Figura 9 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Canal de Laguna durante 13 horas (março de 2001).

A segunda comunicação do Complexo Lagunar com o mar se dá através da Lagoa do Camacho/Garopaba do Sul, a partir de um canal estreito e raso, com cerca de 2 Km de

extensão. Esta desembocadura lagunar, originalmente intermitente, tem sido mantida aberta através de contínuas dragagens ao longo deste canal, incrementando assim as trocas entre as águas interiores e marinhas. O comportamento hidrodinâmico desta desembocadura foi estudado a partir da realização de duas estações fixas de 25 horas (junho e setembro de 2001) localizadas próximas à ponte que comunica a Vila do Camacho com a estrada que segue para o Farol de Santa Marta. Durante a obtenção destas medidas observou-se a predominância de condições homogêneas de salinidade ao longo da coluna d'água durante a maior parte do ciclo de maré, caracterizando o regime de mistura estuarina como verticalmente homogêneo (CAMERON & PRITCHARD, 1963). Apenas em curtos períodos, relacionados a momentos de inversão de fluxo (estofa), notou-se a estratificação da coluna d'água, com a presença de fluxos de sentido contrário nas camadas superficiais e de fundo e águas menos salinas pela superfície (Figura 10). A amplitude de maré nesta desembocadura ao longo de dois ciclos completos (25 horas) e sob condição de sizígia variou entre 9 cm (em junho, sob domínio de vento nordeste de baixa intensidade) e 13 cm (em setembro, sob domínio de vento sul de baixa intensidade). De modo geral, as propriedades físico-químicas acompanharam as oscilações da penetração das águas marinhas, apresentando valores extremos associados aos períodos de preamar e baixa-mar. Esse processo pôde ser observado com mais evidência em relação à salinidade, que apresentou valores ao longo do ciclo de maré entre 13,3 e 35,8 PSU na campanha de junho e entre 11,2 e 32,9 PSU em setembro de 2001.

OLIVEIRA *et al.* (2002) destacaram a ocorrência de um florescimento fitoplanctônico ao longo de uma grande extensão da orla marinha e na desembocadura lagunar durante a campanha de setembro de 2002 e associaram tal evento a presença de águas mais frias (entre 14 e 18° C), observados na figura 11. Segundo estes autores este fenômeno pode ser decorrente da ressurgência junto ao litoral da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), fenômeno recorrente nesta região. A alta densidade de algas durante a enchente no ponto da estação fixa provocou um abrupto aumento nos valores de turbidez, que chegaram a 516 NTU (contra um valor médio de 2,8 NTU em junho).

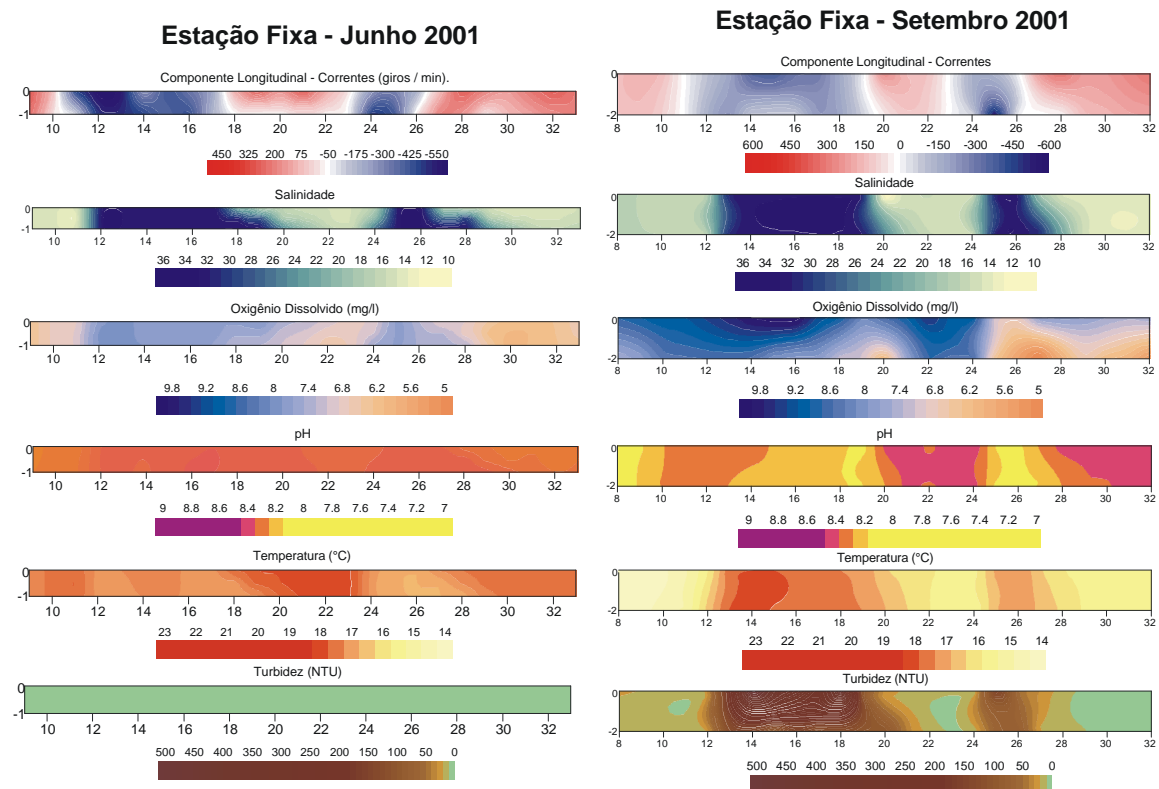


Figura 10 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Canal da Barra da Lagoa do Camacho no período de 13 horas.



01 - Vista aérea do canal da barra da Lagoa do Camacho

02 – Desembocadura do canal parcialmente obstruída

03 - 04 – Coloração das águas sob condições meteorológicas diferentes

05 – 06 – Detalhe da turbidez da água durante um evento de florescimento fitoplantônico.

Figura 11– Condições da água no canal da Barra da Lagoa do Camacho em diferentes condições meteorológicas.

Além das desembocaduras mencionadas acima, o sistema em estudo possui também uma desembocadura intra-lagunar: Lagoa de Santo Antonio e foz do Rio Tubarão na (Figura 12).



Figura 12 – Barra da Lagoa de Santo Antonio e foz do Rio Tubarão na Barra de Laguna - Complexo Lagunar – Sul do Estado de Santa Catarina.

O estudo do comportamento das correntes nesta desembocadura demonstrou um alto grau de estratificação entre as águas superficiais e de fundo. As correntes superficiais foram de vazante ao longo de todo o ciclo de maré e atingiram velocidades de até $65,8 \text{ cm.s}^{-1}$. Junto ao fundo, a partir da isóbata de 3 m, predominaram as correntes de enchente, todavia, com velocidades bem inferiores à da superfície (máxima de $10,3 \text{ cm.s}^{-1}$). Nesta camada (entre 3 e 5 m) foi observada a presença de uma cunha salina ao longo de todo o ciclo, com valores de salinidade entre 10,2 e 33,9 PSU (Figura 13). Estas características são típicas de um estuário do tipo cunha salina, segundo classificação de CAMERON & PRITCHARD (1963). A amplitude de maré neste trecho do sistema foi de 19 cm, ocorrendo, portanto, uma atenuação de cerca de 27%³ em relação a amplitude de maré observada na desembocadura da Lagoa de Santo Antonio (Barra de Laguna).

³ Este valor foi estimado a partir de dois ciclos consecutivos de maré e não simultaneamente.

DESEMBOCADURA DO RIO TUBARÃO

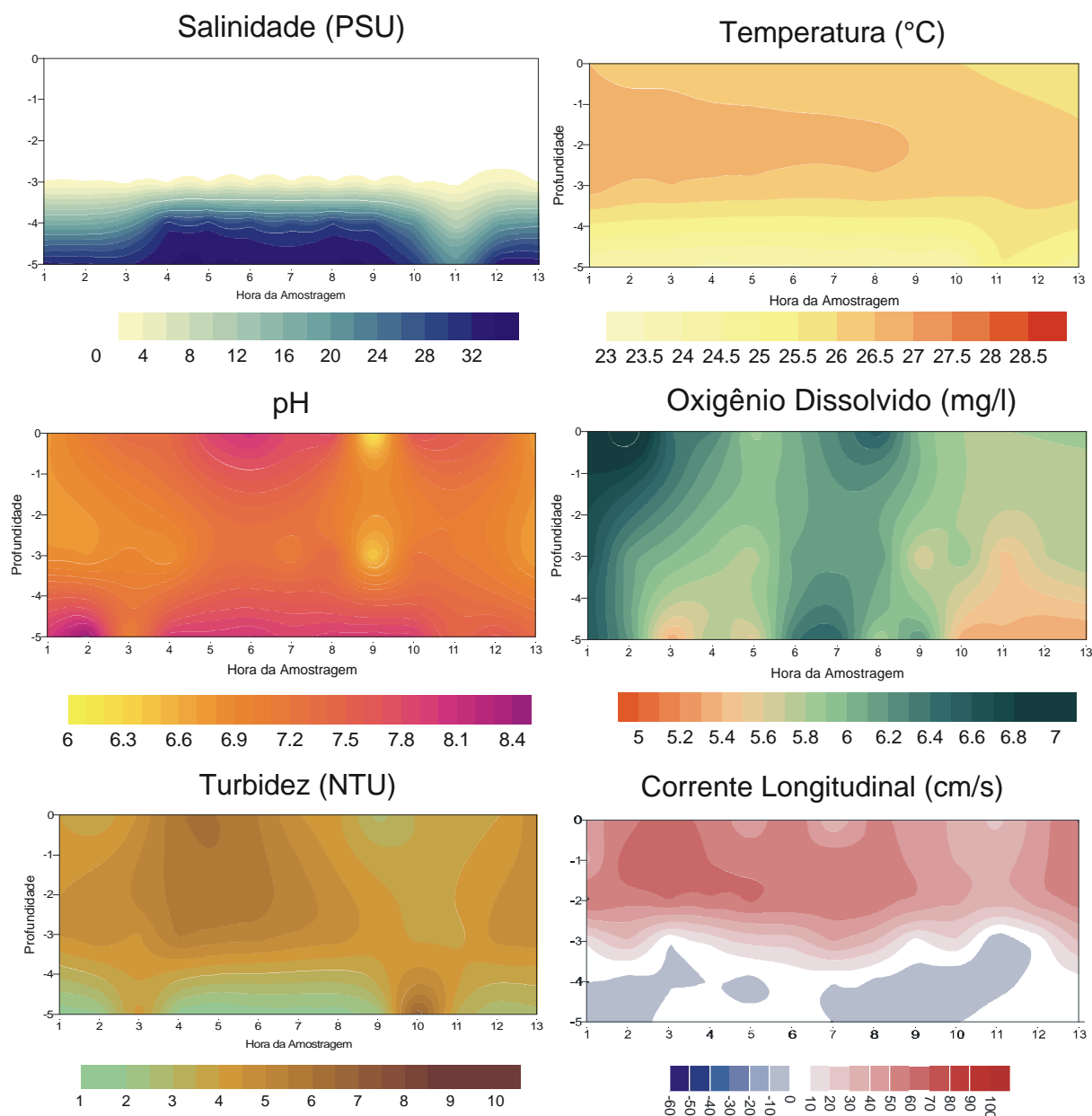


Figura 13 - Comportamento hidrodinâmico da desembocadura do Rio Tubarão durante 13 horas (março de 2001).

3.6.2. Distribuição espacial das propriedades físico-químicas

A Lagoa de Santo Antônio é o corpo lagunar sob maior influência marinha na área de estudo e também o que recebe a maior descarga fluvial, esta última proveniente do Rio Tubarão. Medidas físico-químicas obtidas em março de 2001 e julho de 2002 ao longo de perfis longitudinais que acompanharam o gradiente de penetração das águas marinhas, demonstraram que a mistura das águas marinhas e fluviais se dá de maneira relativamente

homogênea ao longo da coluna d'água, sobretudo nas áreas mais rasas (Figura 14). Apenas ao longo do Canal da Barra de Laguna, onde as profundidades são superiores a 4 m, foi possível identificar condições de estratificação da coluna da água, com predomínio de águas menos salinas na superfície. Apesar das importantes flutuações diárias e sazonais nas condições oceanográficas observadas nos corpos lagunares, em termos gerais pode-se dizer que predominam na laguna de Santo Antonio águas meso-polihalinas (entre 10 e 30 PSU), com valores de pH entre 6,8 e 8,3, alcalinidade entre 50 e 86 mg.l⁻¹ CaCO₃ e turbidez inferior a 13 NTU. Já na laguna de Imaruí, dado seu maior confinamento, predominam águas oligo-mesohalinas (entre 0 e 15 PSU), com pH entre 7,2 e 8,2, alcalinidade entre 46 e 64 mg.l⁻¹ CaCO₃ e turbidez inferior a 27 NTU. Cabe notar a influência do Rio Tubarão na modificação das propriedades da Laguna, sobretudo a salinidade conforme observa-se nas proximidades da estação L3.

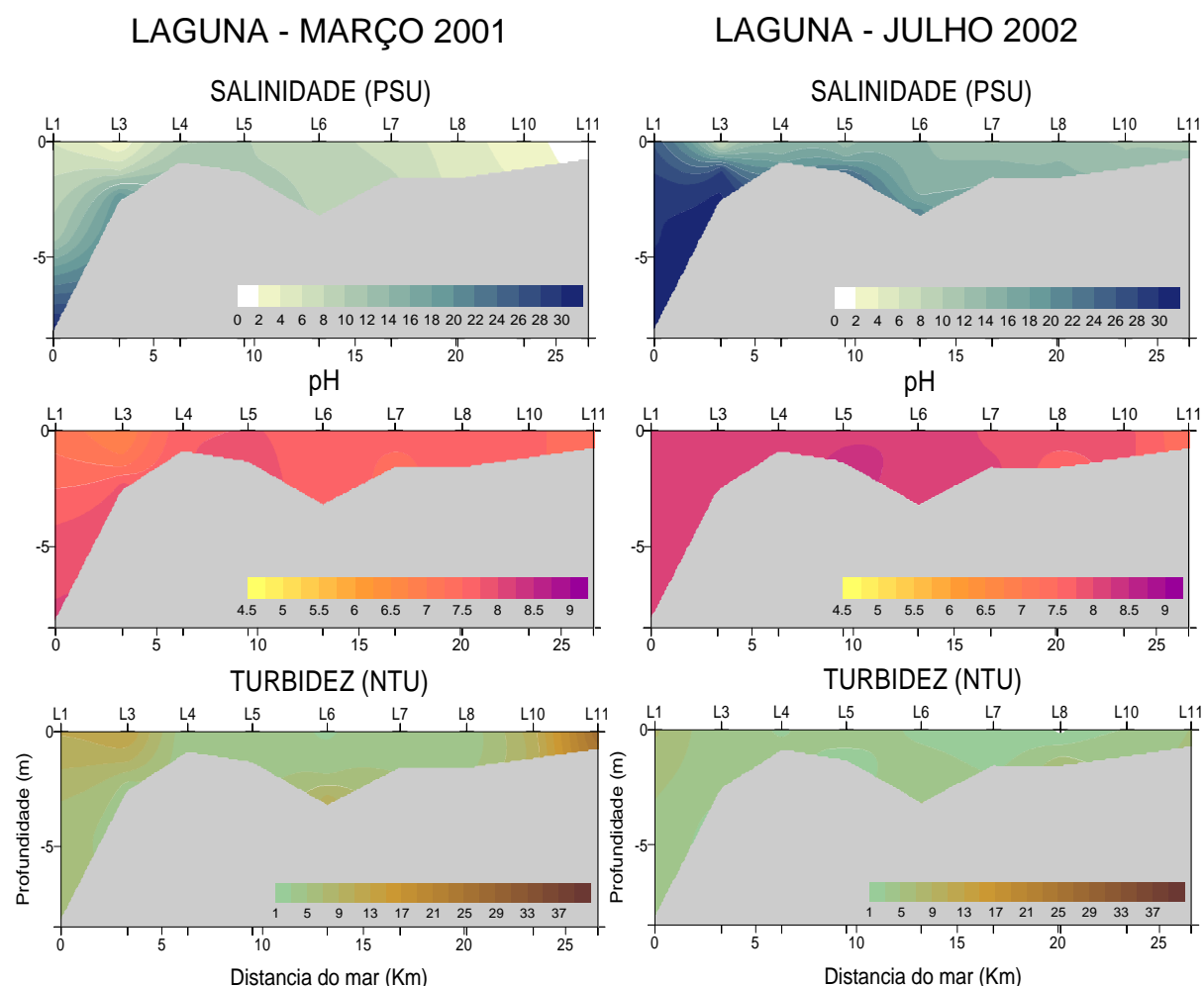


Figura 14 – Distribuição espacial da salinidade, pH e turbidez ao longo do gradiente fluvio marinho das lagoas de Santo Antônio e Imaruí.

As águas mixohalinas da Lagoa de Santo Antônio também penetram ao longo do Rio

Tubarão, conforme evidenciado através de medidas físico-químicas obtidas a partir de perfis longitudinais ao eixo principal deste rio sob diferentes condições oceanográficas e climatológicas (março e setembro de 2001, julho de 2002). A influência marinha ao longo do Rio Tubarão pode ser identificada pela forte estratificação da coluna d'água principalmente em relação aos valores de salinidade e pH. A extensão de penetração da cunha salina é bastante variável, tendo-se prolongado por cerca de 6 Km em julho de 2002; 2 Km em março de 2001 e mais de 20 Km em setembro de 2001. Nestas ocasiões foram encontradas junto ao fundo (normalmente a partir dos 3 m de profundidade) águas com salinidade entre 15 e 33 PSU, pH entre 7,6 e 8,2, alcalinidade entre 70 e 100 mg.l⁻¹ CaCO₃ e turbidez inferior a 10 NTU. Já na superfície os valores de salinidade mantiveram-se sempre próximos a zero; o pH variou entre 4,7 (a cerca de 20 Km a montante da desembocadura) e 6,6 (próximo à desembocadura) em março de 2001 e entre 6,2 e 7,0 em julho de 2002; a alcalinidade manteve-se inferior a 12 mg.l⁻¹ CaCO₃ e a turbidez variou entre 6 e 24 NTU, com seu máximo normalmente entre 3 e 7 Km a montante da desembocadura (Figura 15).

Antes de desaguar na Lagoa de Santo Antonio, as águas do curso inferior do Rio Tubarão se comunicam também com as lagunas do Ribeirão, de Santa Marta e do Camacho/Garopaba do Sul. Entre elas, a Lagoa do Ribeirão é o corpo d'água mais raso da área de estudo e cujas características oceanográficas são determinadas, sobretudo pela penetração das águas mixohalinas da Lagoa de Santo Antonio, que a alcançam através do Rio Parubé. Durante as campanhas de amostragem realizadas, a salinidade nesta laguna variou entre 5 e 13 PSU, o pH entre 7,5 e 7,8, a alcalinidade foi de 62 mg.l⁻¹ CaCO₃ e a turbidez entre 6 e 10 NTU. A Lagoa de Santa Marta também não tem comunicação direta com o mar, sendo suas características físico-químicas determinadas pelo balanço entre as águas fluviais (provenientes do canal que a comunica com o Rio Tubarão ou originadas da própria drenagem local) e as águas mixohalinas provenientes do canal de comunicação com a Lagoa do Camacho. Esta laguna apresentou valores de salinidade entre 3 e 12 PSU, pH entre 7,2 e 8,9, alcalinidade entre 44 e 64 mg.l⁻¹ CaCO₃ e turbidez entre 1 e 24 NTU.

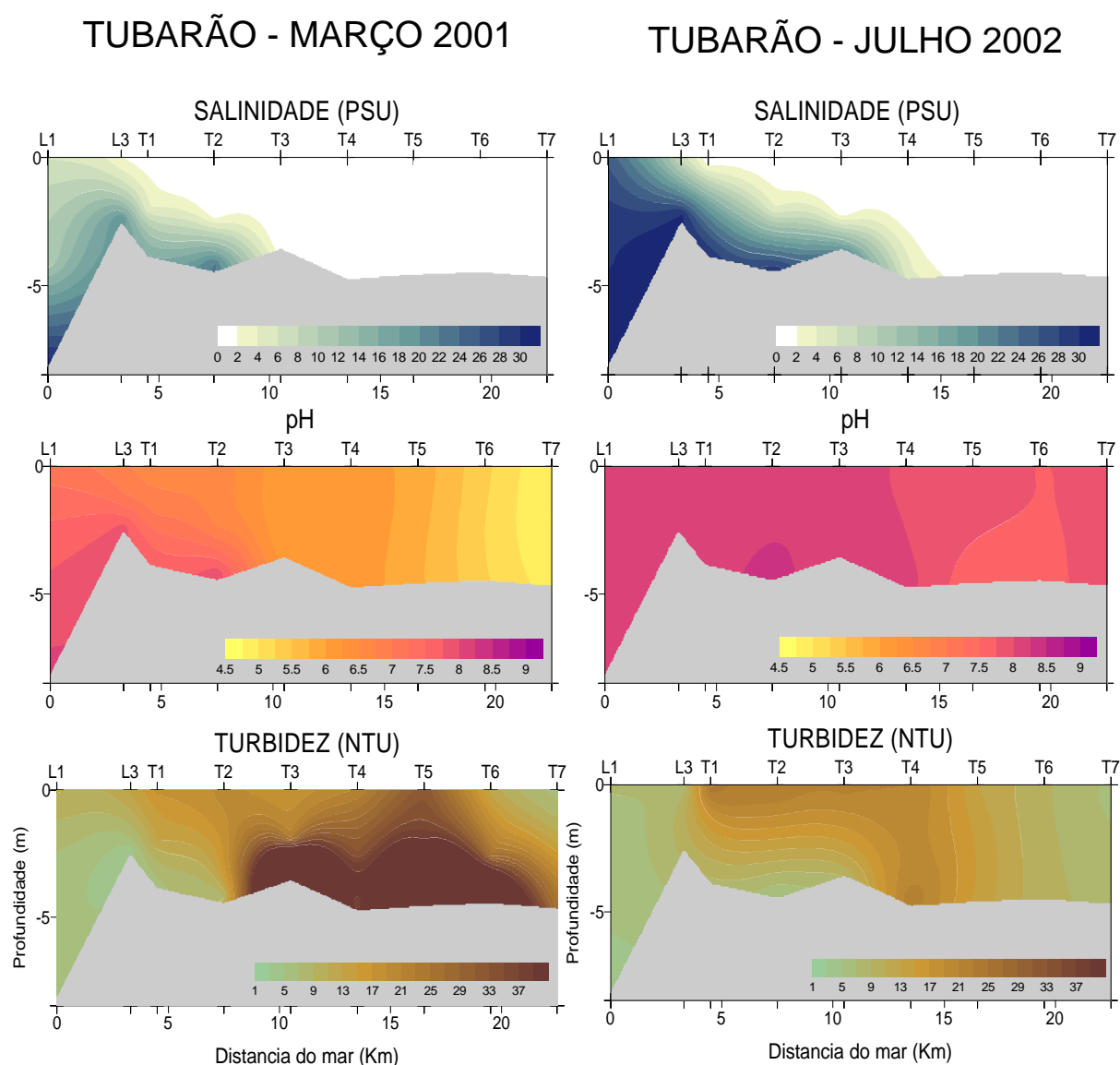


Figura 15 - Distribuição espacial da salinidade, pH e turbidez ao longo do gradiente fluvio-marinho do curso inferior do Rio Tubarão.

Por fim, temos a Lagoa do Camacho/Garopaba do Sul, que assim como a Lagoa de Santo Antonio, também apresenta comunicação direta com o mar. Neste corpo lagunar predominam águas meso-polihalinas (entre 10 e 30 PSU), conforme evidenciado através de medidas diretas de salinidade e da análise de bioindicadores marinhos (foraminíferos e tecamebas). Os valores de oxigênio dissolvido observados durante amostragem realizada em junho de 2001 variaram entre 4 e 8 mg.l⁻¹ e os de pH entre 7,4 e 8,1, enquadrando-se, portanto, dentro dos limites de exigência ecológica da maioria dos organismos marinhos. A turbidez também foi baixa, estando os maiores valores (entre 10 e 11,0 NTU), observados junto à foz do Rio do Mero (canal de comunicação entre a Lagoa do Camacho e a de Santa Marta). Segundo uma análise mais detalhada das características físico-químicas e biológicas, realizada por BONETTI *et al.* (2001), esta laguna apresenta características que permitem considerá-la

como potencialmente produtiva (eutrófica). Neste aspecto, os autores ressaltam as altas densidades de diatomáceas observadas sobretudo junto aos principais pontos de influência fluvial (Rio Congonhas e Rio do Mero). Este enriquecimento pode estar associado ao aporte de nutrientes através destes pontos, possivelmente decorrente do uso de fertilizantes nas áreas de rizicultura, as quais ocupam uma importante parcela do entorno deste corpo lagunar. Ainda citando BONETTI *et al.* (2001), a integração estatística de dados biológicos, oceanográficos e sedimentológicos obtidos na coluna d'água e nos sedimentos de fundo permitiu uma descrição sinótica dos diversos compartimentos deste ecossistema, levando a uma proposta de setorização do corpo lagunar em função do gradiente de confinamento marinho que nele se estabelece (Figura 16).

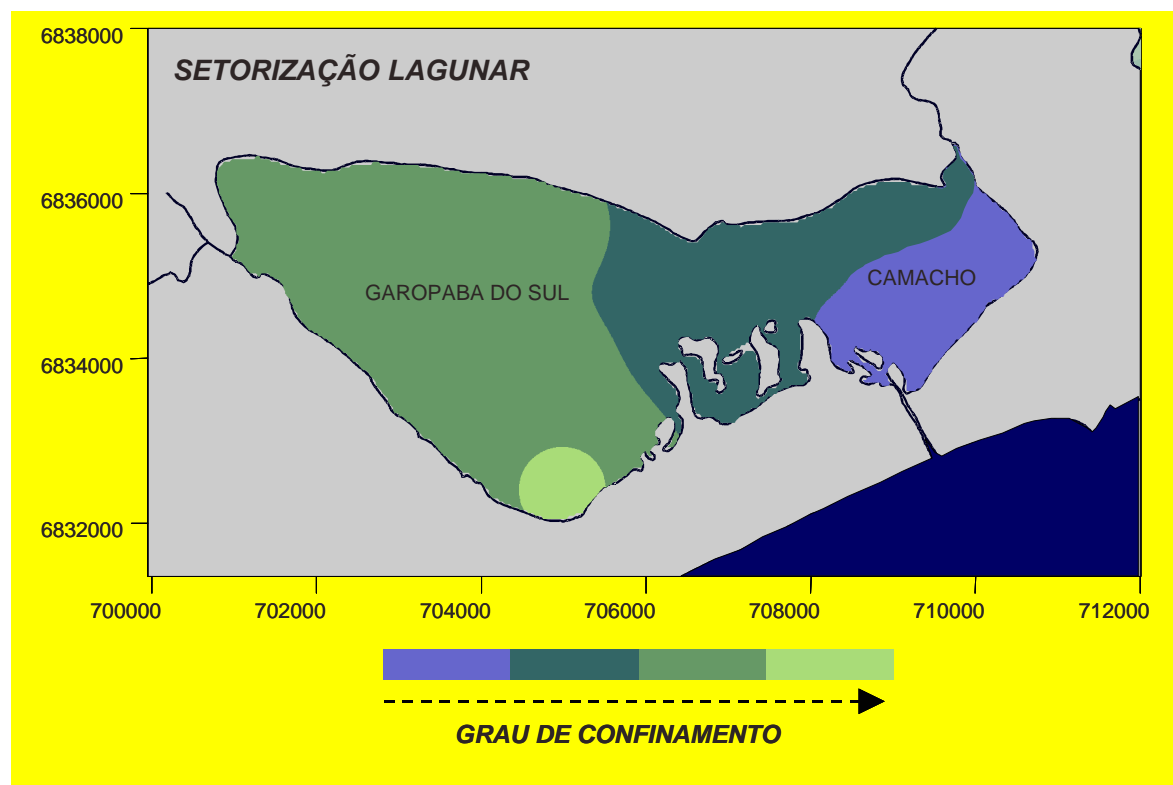


Figura 16 – Proposta de setorização da Lagoa do Camacho/Garopaba do Sul a partir da integração multivariada de descritores biológicos e físicos-químicos.

3.6.3 - Qualidade da Água

O levantamento de dados sobre a qualidade dos recursos hídricos vem sendo cada vez mais incorporado às políticas públicas de gestão e manejo ambiental, face sobretudo a crescente demanda de utilização dos mesmos. No caso da área de interesse encontram-se disponíveis

desde a década de 80 estudos acadêmicos e relatórios técnicos que subsidiam o conhecimento da situação geral da qualidade ambiental de seus corpos d'água. A proposta deste item não é, portanto, descrever os resultados já publicados, mas apenas sintetizar o tema de modo a orientar o leitor que desejar se aprofundar nesta questão.

Os sistemas hidrográficos do sul catarinense apresenta vários focos de degradação ambiental e conflito de uso de seus recursos hídricos. As águas da bacia do Rio Tubarão cosntituem fonte de abastecimento para seis municípios, além de serem utilizadas para o abastecimento industrial, pecuária, irrigação, aquíicultura, recreação e pesca artesanal. Segundo a SDM (1997), seus principais agentes poluidores são os efluentes e resíduos de mineradoras, beneficiadoras de carvão, fecularias, vinícolas, olarias, curtumes, cerâmicas, indústrias alimentícias e de pescado, termoelétrica, extração de fluorita, fábrica de adubos, agrotóxicos (utilizados no cultivo de fumo, feijão, arroz, milho, mandioca, entre outros), além dos esgotos domésticos. Como decorrência da sobreposição destes diferentes agentes impactantes, destacando-se, sobretudo a atividade de extração e beneficiamento de carvão, esta região é considerada uma das mais críticas do estado do ponto de vista da qualidade ambiental.

Entre os estudos mais abrangentes sobre a caracterização físico-química e a qualidade da água da área de estudo destacam-se os conduzidos pela FATMA/FEESC realizado em 1984, ELETROSUL realizado em 1987 a 1989, Projeto PROVIDA realizado em 1992 e 1993 e LOC/LCM - UFSC realizado em 2000 a 2002, inédito. Dentre eles, o Projeto PROVIDA, elaborado há 10 anos pelo INPH a pedido do Governo do Estado de Santa Catarina, foi o que realizou o maior número de análises físico-químicas nos corpos d'água do Complexo Estuarino Lagunar. Neste estudo foram levantados dados biológicos, hidrográficos, hidroquímicos, geoquímicos e sedimentológicos ao longo de 32 pontos dentro do complexo lagunar e em diferentes condições climatológicas e oceanográficas.

Embora não existam dados conclusivos sobre a contaminação e biodisponibilidade de metais pesados no Complexo Lagunar, análises realizadas por RUIVO (2003) tem demonstrado que os camarões cultivados no município de Laguna não têm incorporado esses poluentes. Nesse trabalho o autor cita que os lotes de camarões que têm sido exportados são regularmente analisados e encontram-se dentro dos padrões recomendados pelo Food Drug Administration (FDA). Tal fato subsidia os dados obtidos pelo PROVIDA-SC (1994) e PAZ-OSUNA *et al.* (1998) que citam os crustáceos como os animais com menor potencial de absorção dos elementos metálicos quando comparados aos peixes e moluscos.

Apenas a título de exemplo, foram selecionados 4 pontos diferentes ao longo do sistema e apresentados os valores dos parâmetros obtidos em diferentes épocas pelos projetos acima mencionados. Apesar das sérias restrições embutidas nesta comparação, uma vez que as

metodologias de análise não foram homogêneas e a localização dos pontos não é exatamente a mesma, a tabela 04 expressa a variabilidade espaço-temporal dos principais indicadores de qualidade da água já mensurados no Complexo Lagunar.

Tabela 4 - Medidas de qualidade da água obtidas no Complexo Lagunar em diferentes períodos pelos projetos FATMA/FEESC (1984), PROVIDA (1993) e LOC/LCM - UFSC (2001, inédito). Os limites previstos pela Resolução no. 20 do CONAMA (1986) referem-se à Águas Salobras, Classe B.

Parâmetros	Limites Conama	CANAL DA BARRA			CENTRO LAGUNA			SANTO ANTONIO			CABEÇUDAS			IMARUI		
		1984	1993	2001	1984	1993	2001	1984	1993	2001	1984	1993	2001	1984	1993	2001
DBO (mg.l ⁻¹)	3,0	67,0	10,3	8,0	81,0	—	—	—	—	12,0	98,0	53,0	—	—	—	22,0
DQO (mg.l ⁻¹)		116,0	15,4	10,3	150,0	38,4	—	—	48,0	20,0	172,0	305,0	—	—	14,4	38,0
Fósforo (mg.l ⁻¹)		0,010	—	0,001	0,008	—	—	—	—	< 0,001	—	—	—	—	—	< 0,001
Nitrogênio (mg.l ⁻¹)		76,000	3,900	—	26,300	0,700	—	—	ND	—	20,500	ND	—	—	ND	—
Nitrato (mg.l ⁻¹)	10,0	—	0,500	66,730	—	—	—	—	—	14,300	—	2,700	—	—	—	24,770
Nitrito (mg.l ⁻¹)	1,0	—	TR	0,001	—	—	—	—	—	< 0,001	—	TR	—	—	—	< 0,001
OD (mg.l ⁻¹)	> 6,0	6,8	6,1	6,3	6,8	5,5	—	—	6,1	7,9	6,8	7,0	—	—	7,8	7,9
pH	6,5 - 8,5	7,26	6,80	7,26	7,15	7,30	—	—	7,10	7,85	7,16	7,50	—	—	7,40	7,85
Salinidade		23,7	—	7,7	15,5	—	—	—	—	12,4	—	—	—	—	—	8,1
Colif. Tot (NMP)	5000	—	920	2250	2220000	—	—	—	—	30000	—	540	—	—	—	2400000
Colif. Fec (NMP)	1000	—	540	< 1,1	1950000	—	—	—	—	< 1,1	—	170	—	—	—	2300
Pesticidas (ppb)		—	0,660	ND	—	—	—	—	—	—	—	ND	—	—	—	ND
METAS	Alumínio	0,1	0,22	0,20	0,00	0,05	0,50	—	—	0,10	0,00	0,05	0,10	—	—	0,40
	Cádmio	0,001	0,067	ND	—	0,223	—	—	—	—	0,203	ND	—	—	—	—
	Chumbo	0,01	0,168	TR	1,183	0,004	—	—	—	1,063	0,099	0,010	—	—	—	1,183
	Cobre	0,02	0,034	0,009	0,042	2,370	—	—	—	0,062	0,194	0,023	—	—	—	0,042
	Cromo Tot.	0,5	0,170	0,007	—	0,310	—	—	—	—	0,280	0,019	—	—	—	—
	Ferro	0,3	0,330	0,380	0,320	0,800	0,470	—	—	0,390	0,170	0,660	0,450	—	—	0,970
	Manganês	0,1	0,031	0,080	—	0,045	0,050	—	—	0,020	—	0,026	0,040	—	—	0,050
	Níquel	0,025	0,001	0,007	—	0,013	—	—	—	—	0,007	0,017	—	—	—	—
	Zinco	0,17	0,098	0,027	0,645	0,064	—	—	—	0,470	0,064	0,008	—	—	—	0,566

3.6.3.1- Variabilidade espacial dos nutrientes dissolvidos

O estudo da distribuição espacial dos nutrientes em corpos costeiros é de grande importância para se compreender os fluxos biogeoquímicos que, em grande parte, explicam as taxas de produção primária nestes sistemas, assim como seu grau de eutrofização.

Com o objetivo de levantar alguns aspectos da dinâmica de nutrientes inorgânicos dissolvidos na área de estudo, elaborou-se um plano amostral com 42 amostras (superfície e fundo), coletadas e analisadas em julho de 2002 pela equipe do Laboratório de Oceanografia Costeira, em parceria com o Laboratório de Camarões Marinhos (ambos da UFSC). Estas amostras foram distribuídas ao longo de perfis longitudinais nos rios e corpos lagunares pertencentes ao Complexo Lagunar, de modo a caracterizar os diferentes tipos de água presentes (oligo, meso e polihalina) quanto a concentração de nitrogênio amoniacal, nitrato,

nitrito, sílica e ortofosfato.

Em relação aos compostos nitrogenados, os maiores valores de $\text{N-NH}_{3,4}$ dissolvido (entre 0,6 e 1 mg.l^{-1}) foram encontrados nas águas superficiais e de fundo da Lagoa de Garopaba do Sul, possivelmente refletindo a influência do aporte fluvial proveniente do Rio Congonhas. Valores intermediários deste nutriente foram observados ao longo do Rio Tubarão e nos canais de comunicação com a Lagoa do Ribeirão (entre 0,2 e 0,6 mg.l^{-1}) e os menores valores (inferiores a 0,2 mg.l^{-1}) ocorreram na Lagoa do Camacho, na Lagoa de Santa Marta e no perfil longitudinal realizado ao longo da Lagoa de Santo Antonio e Imaruí. Nesta última notou-se um ligeiro aumento em direção ao seu interior, próximo a desembocadura do Rio Aratingaúba (entre 0,2 e 0,4 mg.l^{-1}). Os valores de nitrogênio amoniacal são um bom indicador do aporte de poluentes orgânicos e, embora a resolução nº 20 do CONAMA (1986) não determine seus limites para águas salobras, AMINOT & CHAUSSEPIED (1983 apud BAUMGARTEN & POZZA, 2001) citam concentrações em torno de 0,014 mg.l^{-1} como normais em ambientes marinhos não poluídos. Quanto ao N-NO_3 , os valores apresentaram uma distribuição mais homogênea no Complexo Lagunar, sendo o Rio Tubarão o principal contribuinte deste nutriente. Observou-se ao longo de seu curso um gradiente negativo de dispersão, com concentrações entre 1,2 e 1,5 mg.l^{-1} a montante e entre 0,3 e 0,6 junto a sua desembocadura na laguna de Santo Antonio. Outros pontos de enriquecimento identificados foram a desembocadura do Rio Congonhas (com concentrações entre 0,9 e 1,2 mg.l^{-1}) e os canais de comunicação da Lagoa do Ribeirão. Embora estes ambientes apresentem valores mais altos que os demais, eles ainda encontram-se bem abaixo do limite estipulado pelo CONAMA, que é de 10 mg.l^{-1} . De modo geral, o nitrato representou em média 84% dos valores de NID (nitrogênio inorgânico dissolvido) na área de estudo, indicando que embora haja pontos no sistema lagunar onde o aporte de constituintes orgânicos é significativo, suas águas apresentavam na ocasião da amostragem (julho de 2002) condições físico-químicas e biológicas que as permitiram suportar adequadamente esta carga orgânica e degradá-la através de processos aeróbicos (Figura 17). Como exceção a esta observação, a área mais crítica do sistema localiza-se na porção sudoeste da Lagoa de Garopaba do Sul, com valores de nitrogênio amoniacal superiores ao de nitrato, indicando sobrecarga orgânica do sistema e condições de hipoxia.

A distribuição de PO_4 no sistema não coincidiu, em termos gerais, com a distribuição dos compostos nitrogenados. Os maiores valores deste nutriente foram observados nas lagunas de Santo Antonio e de Imaruí, com concentrações máximas (entre 0,4 e 0,8 mg.l^{-1}) próximas ao centro do município de Laguna e junto à desembocadura do Rio Aratingaúba (Lagoa de Imaruí), (Figura, 18). O padrão de distribuição encontrado na Lagoa de Santo Antonio pode

estar refletindo um predomínio da contribuição de nutrientes provenientes dos esgotos urbanos do município de Laguna sobre o gradiente fluvio-marinho que se estabelece neste corpo lagunar. Em relação ao silício inorgânico dissolvido, este nutriente apresentou distribuição semelhante nas lagunas de Santo Antonio, Imaruí, Garopaba do Sul/Camacho e Santa Marta, observando-se concentrações médias da ordem de 3 mg.l^{-1} nas águas de superfície e de $2,5 \text{ mg.l}^{-1}$ nas águas de fundo. O curso superior do Rio Tubarão e o sistema de canais e espelho d'água da Lagoa do Ribeirão apresentaram concentrações mais baixas, com valores médios de SiO_2 de $1,4 \text{ mg.l}^{-1}$ na superfície e 1 mg.l^{-1} no fundo (Figura 19).

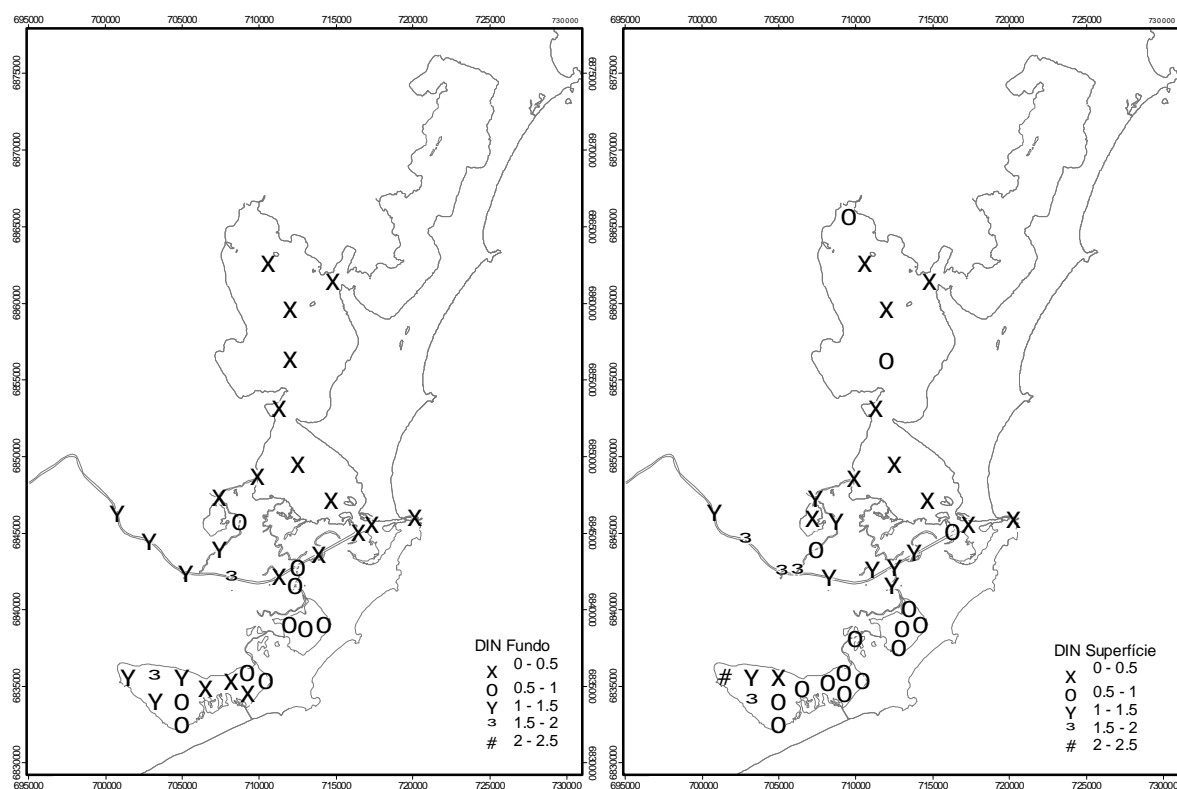


Figura 17 – Distribuição de nutrientes nitrogenados dissolvidos superfície e fundo (N-NH_3 , N-NO_3 e $\text{N-NO}_2 \text{ mg.l}^{-1}$), Complexo Lagunar (2002).

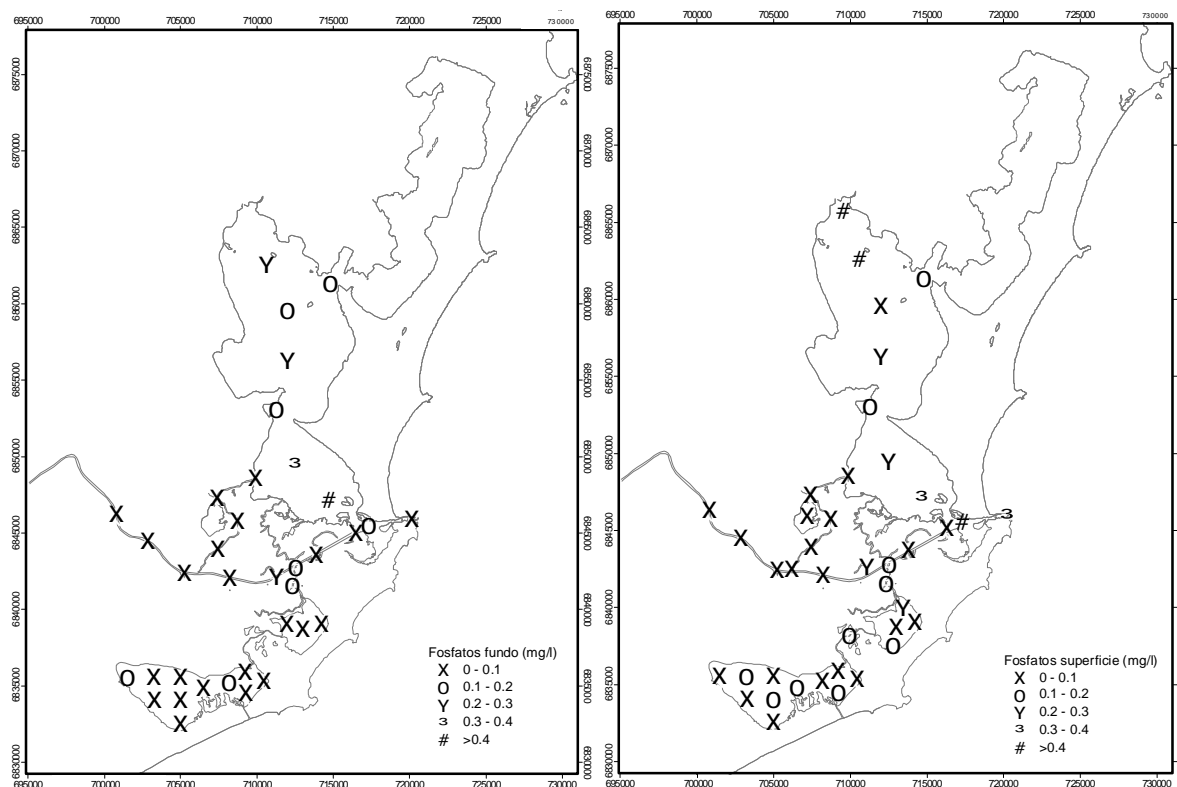


Figura 18 – Distribuição de nutrientes dissolvidos superfície e fundo ($\text{PO}_4 \text{ mg.l}^{-1}$), Complexo Lagunar (2002).

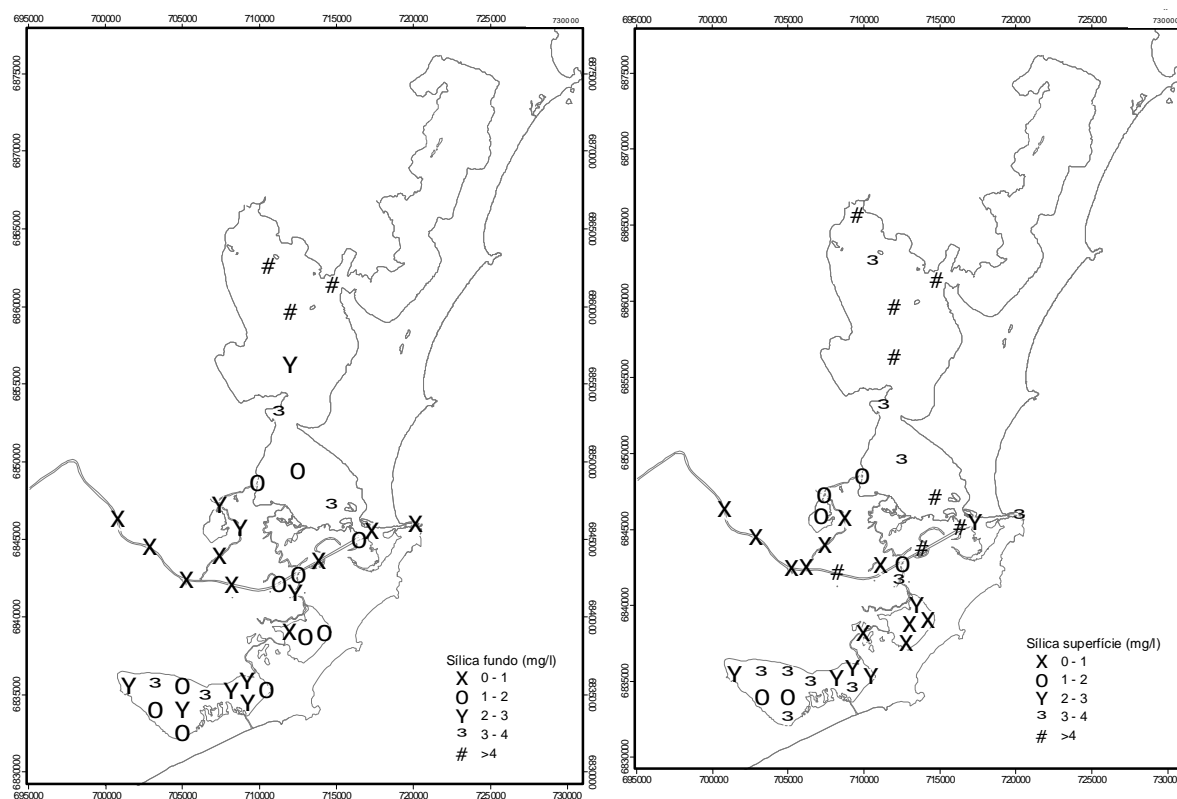


Figura 19- Distribuição de nutrientes dissolvidos superfície e fundo ($\text{SiO}_2 - \text{mg.l}^{-1}$), Complexo Lagunar, (2002).

SÍNTESE DA SEÇÃO II

O Complexo Lagunar ocupa extensa planície costeira do litoral Sul de Santa Catarina e compreende um conjunto de drenagens que convergem para um sistema lagunar formado pelas lagoas de Santo Antônio, Imaruí, Mirim, Santa Marta, Ribeirão Grande e Camacho/Garopaba do Sul (ocupando uma área total de 22.788 Km²). Este conjunto de lagoas é delimitado por cordões arenosos pleistocênicos e holocênicos. Através de levantamento de campo identificou-se os seguintes tipos e solos: Neosolo Quartzarênico Hidromórfico, Gleissolo Melânico Distrófico Típico, Gleissolo Háplico Distrófico, Gleissolo Melânico Distrófico Quartzarênico, Gleissolo Melânico Distrófico Hístico, Argissolo Háplico Sáplico (Turfa).

Em termos de diversidade vegetal, a região caracteriza-se por endemismos raros ou ausentes em função da pouca idade geológica da formação da zona costeira. A vegetação original apresenta aspectos predominantemente herbáceo e arbustivo com significativa influência edáfica e oceânica. As formações vegetais presentes na área são: vegetação de várzea, marismas, manguezais, vegetação de praia, vegetação de dunas semi-fixas, vegetação de depressões periodicamente inundadas. Quanto ao uso atual do solo a área foi classificada em: vegetação arbórea e arbustiva, vegetação de dunas, campos úmidos/agricultura, campos secos/ agricultura, solo exposto, manguezal, banhados, aquíicultura e urbanização.

A principal bacia hidrográfica da região é formada pelo Rio Tubarão e afluentes, sendo este o maior contribuinte do aporte fluvial no Complexo Lagunar. Com as obras de dragagem e retificações realizadas durante a década de 80, intensificou-se o seu fluxo em direção à porção final da Lagoa de Santo Antonio, o que parece ter reduzido sua influência junto às lagoas localizadas a montante da sua desembocadura.

Dada a importância da qualidade da água para a carcinicultura, foram amostradas, sob diferentes condições meteorológicas e oceanográficas, 42 estações distribuídas ao longo de perfis longitudinais nos rios e corpos lagunares pertencentes ao Complexo Lagunar. Os parâmetros analisados permitiram caracterizar os diferentes tipos de água existentes nestes ambientes quanto ao gradiente flúvio-marinho. Além destes, foram também analisados indicadores do estado trófico destas águas.

SEÇÃO III – SELEÇÃO DE ÁREAS COM APTIDÃO PARA O CULTIVO DE CAMARÕES MARINHOS E O PLANEJAMENTO DA ATIVIDADE

CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA

4.1 - Bases teóricas

Os critérios utilizados para a identificação de áreas com potencial para a implantação da atividade de aquicultura podem ser definidos sequencialmente nas seguintes escalas geográficas: - **escala regional**, são utilizados dados espaciais genéricos de caráter hidrológico, ecológico, econômico e relativo aos recursos humanos; - **escala local**, especificam-se áreas adequadas ao cultivo utilizando critérios similares, mas com maior detalhamento espacial; - **escala de implantação** (alocação final dos sítios), deve-se incluir levantamento e investigação de campo detalhada das áreas de interesse (KAPETSKY *et al.*, 1988). O detalhamento metodológico e os critérios utilizados nestas escalas foram abordados por BELTRAME & BONETTI FILHO (2000).

Estas informações podem ser disponibilizadas em forma de relatórios, gráficos, tabelas e mapas, gerando assim subsídios principalmente para os tomadores de decisão, investigadores e investidores na atividade.

Uma síntese sobre a aplicação do SIG em aquicultura foi elaborada por KAPETSKY *et al.* (1987), em um ensaio aplicado ao litoral da Costa Rica. As principais vantagens no uso dessas técnicas de análise relacionam-se à possibilidade de combinação de informações espaciais para o monitoramento de áreas onde a aquicultura já encontra-se implantada ou para a determinação de locais potenciais para seu desenvolvimento (seleção de sítios). Estes sistemas permitem o armazenamento de dados de natureza distinta, em uma base georreferenciada, possibilitando o relacionamento entre os planos de informação (por exemplo: precipitação, topografia, solo, temperatura da água, salinidade, etc.) de forma a se obter uma análise integrada dessas variáveis.

KAPETSKY *et al.* (1988), utilizaram um SIG para realizar inventário das áreas viáveis para o cultivo de bagre, na Louisiana, baseando-se nas características de solo e susceptibilidade à inundação. Este procedimento possibilitou uma rápida identificação das localidades, com um inventário fisio-geográfico das áreas de melhor viabilidade para o desenvolvimento da

aqüicultura.

ROSS *et al.* (1993), recomendam a utilização de SIG como apoio à localização adequada da atividade de aqüicultura, tomando como parâmetros a disponibilidade de mão de obra, serviços, insumos e comercialização, bem como a associação com áreas sem vegetação, sem industrialização e poluição. Estes dados, sugerem os autores, podem ainda associar-se a informações referentes a conflitos de uso com o turismo, limitações ecológicas ou interesses de navegação. A dificuldade da utilização do SIG em aqüicultura se dá, ainda segundo os autores, basicamente pela falta de dados e informações pretéritas dos ambientes aquáticos e ecossistemas costeiros, imprescindíveis para o manejo adequado das variáveis que fazem parte do sistema de produção.

SCOTT & ROSS (1998) propuseram uma metodologia de avaliação espacial para a localização de áreas potenciais para a aqüicultura. Seu objetivo foi oferecer um mapa das áreas com potencial para o cultivo de mexilhões na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Para isto buscaram a integração de vários parâmetros como salinidade, oxigênio dissolvido, temperatura da água, batimetria, clorofila-a, linha de costa, imposição de restrições seja por uso de navegação, pesca, uso militar, malha viária e localização de cidades. Estes critérios foram transformados em planos de informações espaciais. Esta base de dados foi processada num SIG, apresentando como resultado um mapa com a localização e quantificação das áreas disponíveis para a prática da maricultura.

Alguns outros estudos foram realizados, também direcionando a utilização do SIG tanto para aqüicultura como para a pesca, podendo-se citar como exemplos de aplicações em estudos realizados no Golfo de Nicoya - Costa Rica (KAPETSKY *et al.*, 1987); em Johor na Malásia (KAPETSKY, 1988) e no Paquistão (ALI *et al.*, 1991).

BARALE & FOLVING (1996) mostram que a obtenção de dados por técnicas convencionais de campo, com a finalidade da gestão de áreas costeiras, é de fundamental importância. A visão espacial e temporal dos processos naturais e antrópicos de uma determinada área, requerem, portanto, além do uso de sensores remotos, a associação com levantamentos de campo. Desta forma o sensoriamento remoto oferece uma visão espacial das grandes áreas, como é o caso das aplicações da avaliação indireta de qualidade da água, mas necessita da verdade terrestre para que as interpretações possam ser validadas (BONETTI FILHO, 1996).

Trabalho realizado por POPULUS *et al.* (1995) sobre avaliação ambiental, relacionou mapas de uso do solo e imagens de satélite para determinar as áreas de maior aptidão para implantação de atividade de aqüicultura na zona costeira.

Os avanços tecnológicos e a diminuição dos custos operacionais tornaram acessíveis as técnicas de sensoriamento remoto quando aplicadas ao manejo dos recursos costeiros,

informa KLEMAS (2001). Os SIGs, por seu turno, permitiram avanços significativas no monitoramento e manejo ambiental, especialmente pelas possibilidades de integração dos dados e principalmente pela espacialização das informações (KEENAN, 1997).

Estes recursos estão auxiliando os pesquisadores e planejadores a obter uma visão mais ampla dos padrões ecológicos e dos processos naturais dos ambientes estudados. O imageamento, por sensores remotos, dos elementos da paisagem promovem estimativas quali-quantitativas das condições e tendências dos habitats costeiros.

Neste trabalho as tecnologias de informação espacial são empregadas na perspectiva do planejamento. Por um lado, o sensoriamento remoto permite a aquisição de dados e por outro o SIG possibilita sua associação com informações de outra natureza, criando um ambiente computacional favorável à análise. A análise por sua vez, é fundamental para o bom planejamento pois permite que sejam elaborados modelos conceituais que expressam as relações espaciais esperadas em um determinado local.

Segundo a FAO (1993), o planejamento da aquíicultura inicia-se com a adoção de uma política nacional, estadual e municipal integrada a um plano de uso do solo. Este plano deve considerar as necessidades, os problemas e o conhecimento local e as oportunidades, contendo assim os diferentes níveis de planejamento (Figura 20).

A partir da literatura consultada, e baseado na eleição das escalas de trabalho definiu-se os critérios a serem utilizados no presente estudo, visando a proposição de um método para o zoneamento dos sítios para cultivo de camarões marinhos.

A presente pesquisa trabalho foi realizada em três etapas cuja base de dados levou em conta uma escala cartográfica 1:250.000 (regional), outra escala cartográfica 1:50.000 (local) e uma escala cartográfica 1:10.000 (implantação). É importante ressaltar que essas escalas referem-se à seleção de dados e bases cartográficas para interação e processamento no SIG. As saídas gráficas não necessariamente obedeceram essas escalas visto que na impressão optou-se pelo melhor ajuste às medidas disponíveis.

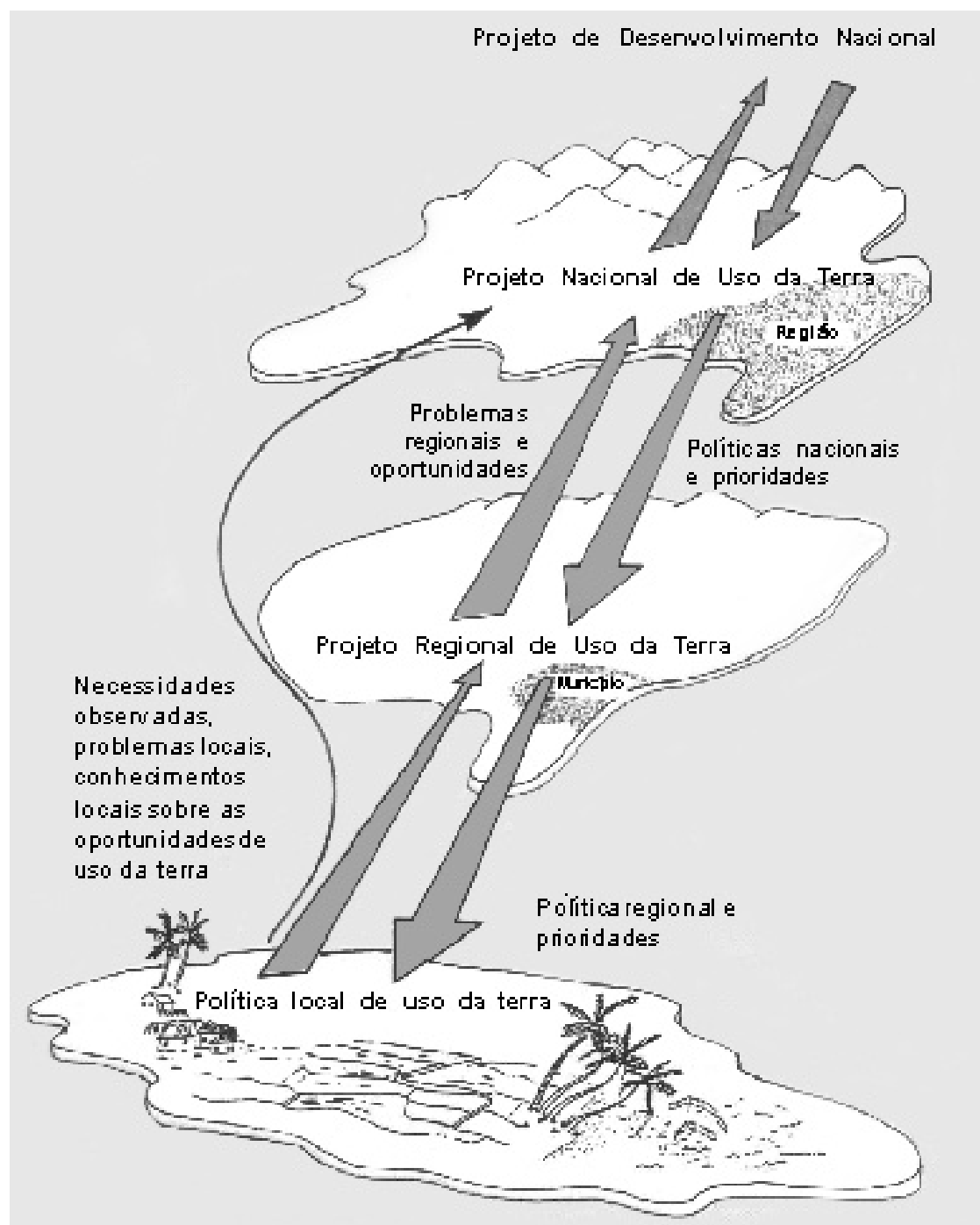


Figura 20 - Dois caminhos de vínculos para diferentes níveis de planejamento (Adaptado da FAO, 1993).

A adoção das escalas de trabalho está relacionada com a disponibilidade de dados e elimina a necessidade de se realizar o detalhamento para toda a zona costeira. Desta forma em um primeiro nível (regional) são identificados apenas as áreas com potencial para o desenvolvimento da carcinicultura. Os sítios adequados e os requerimentos necessários para a implantação das unidades de produção são definidos a partir do aumento do detalhamento nas demais escalas. De posse das informações mais genéricas, prossegue-se o trabalho nas escalas subsequente de maior detalhamento apenas nas áreas selecionadas na primeira etapa.

4.2 – Procedimento metodológico geral

Conforme descrito no item 4.1, para o zoneamento das áreas com aptidão ao cultivo de camarões marinhos, utilizou-se como procedimento básico a divisão do trabalho em três escalas (Escala Regional, Escala Local e Escala de Implantação).

Considerando a falta de informações disponíveis e as dificuldades de coleta de dados nos trabalhos de campo, buscou-se utilizar procedimentos que permitissem encontrar num primeiro momento as áreas com potencial de uso para a carcinicultura a partir da escala mais genérica. Nesta fase do trabalho classificou-se em escala regional (Figura 21) a área formada pelo domínio das lagoas costeiras e lagunas, compreendendo o sistema do Complexo Lagunar do litoral Sul do Estado de Santa Catarina e seu entorno.

O material básico utilizado nesta escala foram as imagens de satélite (LANDSAT 7 –ETM+) e as cartas topográficas do IBGE (1:50.000), processadas nos programas Idrisi, MicroStation e ArcView.

Nesta etapa da pesquisa o principal software utilizado foi o ArcView SIG versão 3.2. Este programa permite estabelecer relações espaciais entre os dados capturados e a informação gerada, possibilitando a aplicação de critérios lógicos de certa complexidade.

ArcView é um software para o manejo de informação em computadores pessoais. O programa possibilita visualizar, explorar, consultar e analisar dados de natureza espacial, servindo de gerador na estruturação de sistemas de apoio à decisão. Este programa foi desenvolvido pelo Environmental Systems Research Institute (ESRI), instituto que também desenvolve o Arc/Info e outros programas com característica de SIG há mais de 20 anos. O ArcView pode ser utilizado para incorporar dados tabulados, como arquivos em formato dBase, tanto locais quanto em servidores de bases de dados. Uma vez incorporados de forma adequada, é possível consultar e organizar estes dados espacialmente, o que permitirá evidenciar relações entre eles, mesmo que estas não sejam visíveis de forma direta. O programa trabalha com os dados em mapas interativos chamados “vistas”. Cada vista é composta por temas formados por pontos, linhas, polígonos, imagens ou outros objetos específicos. Em alguns casos, os temas podem estar vinculados a tabelas de atributos e esta relação pode ser mostrada através de diferentes opções, tanto no sentido atributos-elemento gráfico ou vice-versa. O programa contém uma opção destinada à criação de gráficos apoiados nos dados tabulados dos atributos. Também conta com uma alternativa para criar saídas impressas e exportação de arquivos.

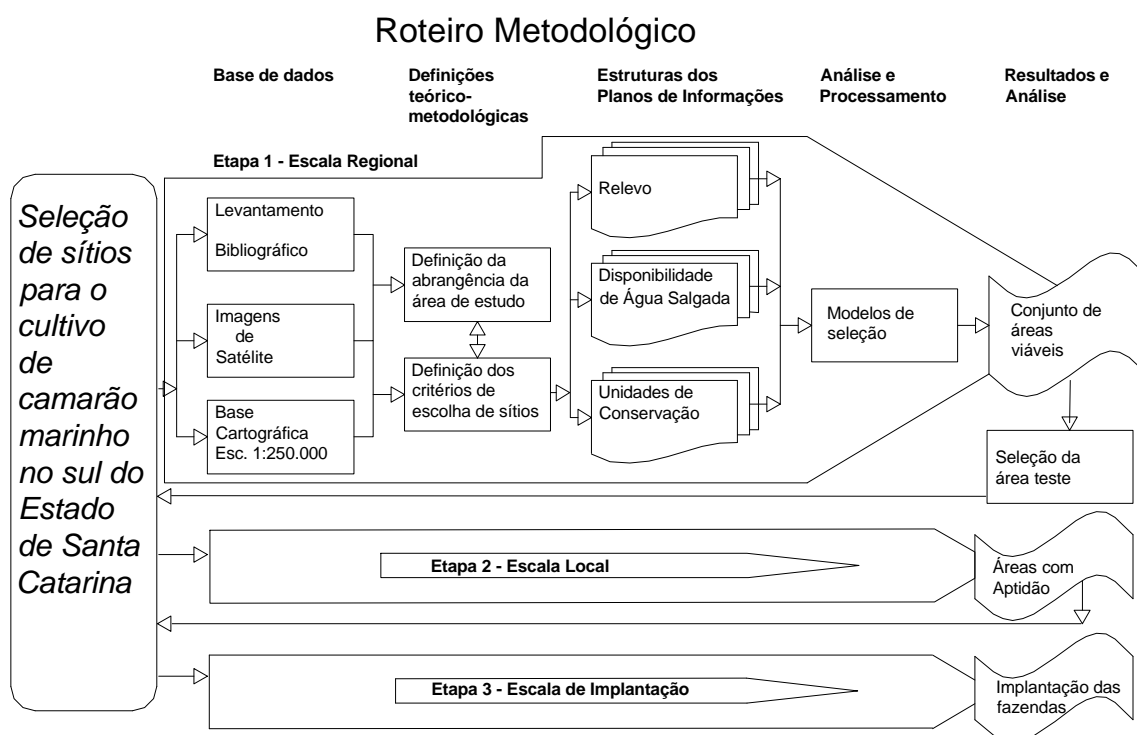


Figura 21 – Roteiro metodológico, com detalhamento da Escala Regional.

Escala regional - Os critérios selecionados para compor os planos de informação para esta escala foram a altimetria, a disponibilidade de água salgada e a localização das unidades de conservação. Para cada critério criou-se um Plano de Informação indicando as áreas de potencial para carcinicultura. O relacionamento das camadas, por meio do programa ArcView através da interseção dos polígonos contidos em cada plano, resultou no mapa das áreas viáveis para a carcinicultura.

Escala local – Com base nas áreas viáveis indicadas na escala regional foi selecionado o agrupamento que apresentou maior superfície contínua com potencial de uso. Foi utilizada como área teste o município de Laguna, pois este além de atender o requisito anterior é hoje o principal pólo de produção de camarões em Santa Catarina. O roteiro metodológico geral para esta escala está indicado na figura 22.

O material utilizado nesta etapa do trabalho foram as imagens de satélite LANDSAT-7, as cartas topográficas do IBGE (escala 1:50.000), as fotos aéreas adquiridas na escala 1:20.000 e os levantamentos de campo. Os critérios escolhidos para esta escala foram a topografia, vegetação e uso atual do solo, restrição legal, disponibilidade de água salgada para abastecimento dos viveiros, distância da água, distância de drenagem (escoamento dos viveiros), cobertura pedológica e qualidade da água para cultivo. Para cada Plano de

Informação criou-se uma camada contendo as feições com as diferentes classes de aptidão para os critérios, cobertura pedológica, qualidade de água salgada, distância de abastecimento e distância de drenagem e qualidade de água (índice hidrológico). Já para os critérios vegetação e uso atual do solo, topografia e restrição legal, à tabela de atributos dos polígonos incorporou-se valores para classificar as áreas como aptas e impróprias.

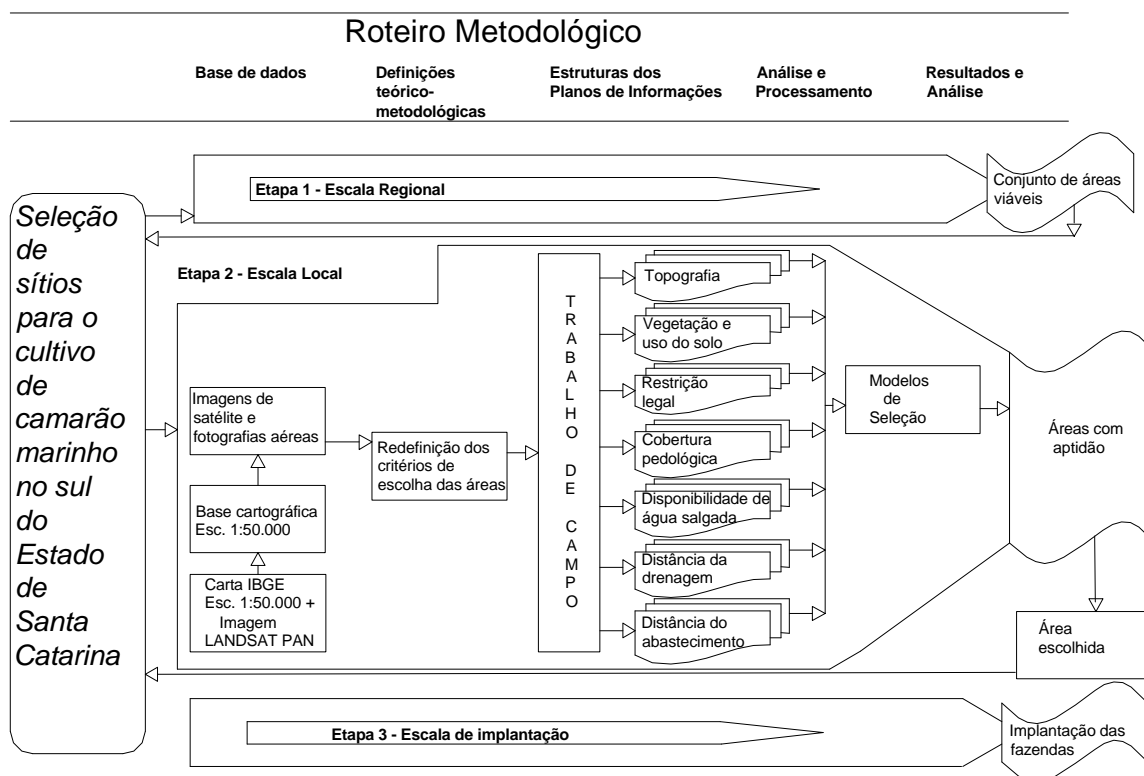


Figura 22 – Roteiro metodológico, com detalhamento da Escala Local.

O relacionamento das camadas foi feito também através do programa ArcView. Os polígonos foram transformados em imagens “raster”, para facilitar a operação matemática, onde cada píxel conteve o valor da classe vetorial vetorial a partir da qual foi formado. A multiplicação dos píxeis correspondentes de cada imagem deu origem à imagem final, contendo os resultados deste relacionamento entre os planos. A imagem final foi convertida para os intervalos de classe correspondentes para cada classe de aptidão de uso.

Escala de implantação – Tomando como base as informações obtidas na escala do zoneamento local selecionou-se nova área teste para aplicar o modelo de implantação das unidades de produção (Figura 23). A área eleita foi a comunidade Campos Verdes. Neste local está projetada a implantação de um projeto coletivo formado por uma cooperativa de 42 pescadores, o que reforça a necessidade e o interesse em se trabalhar esta área.

O material utilizado para esta escala foram as fotografias aéreas adquiridas na escala 1:20.000, o levantamento topográfico da área de interesse e as informações obtidas nos levantamentos de campo. Os critérios utilizados foram topografia, tipo de solo, captação de água para abastecimento dos viveiros, drenagem, qualidade da água de abastecimento, vegetação e uso atual do solo.

Com base nessas informações realizou-se os projetos de cada unidade de produção buscando a integração do conjunto das propriedades envolvidas. Na elaboração dos projetos individuais foram considerados além dos critérios listados anteriormente, as informações relevantes encontradas na legislação existente e principalmente os dados complementares (estradas, rede elétrica, instalações existentes etc..) de cada propriedade. Com o conjunto de projetos das unidades de produção foi possível criar um mapa que permitiu a visualização da situação final do planejamento.

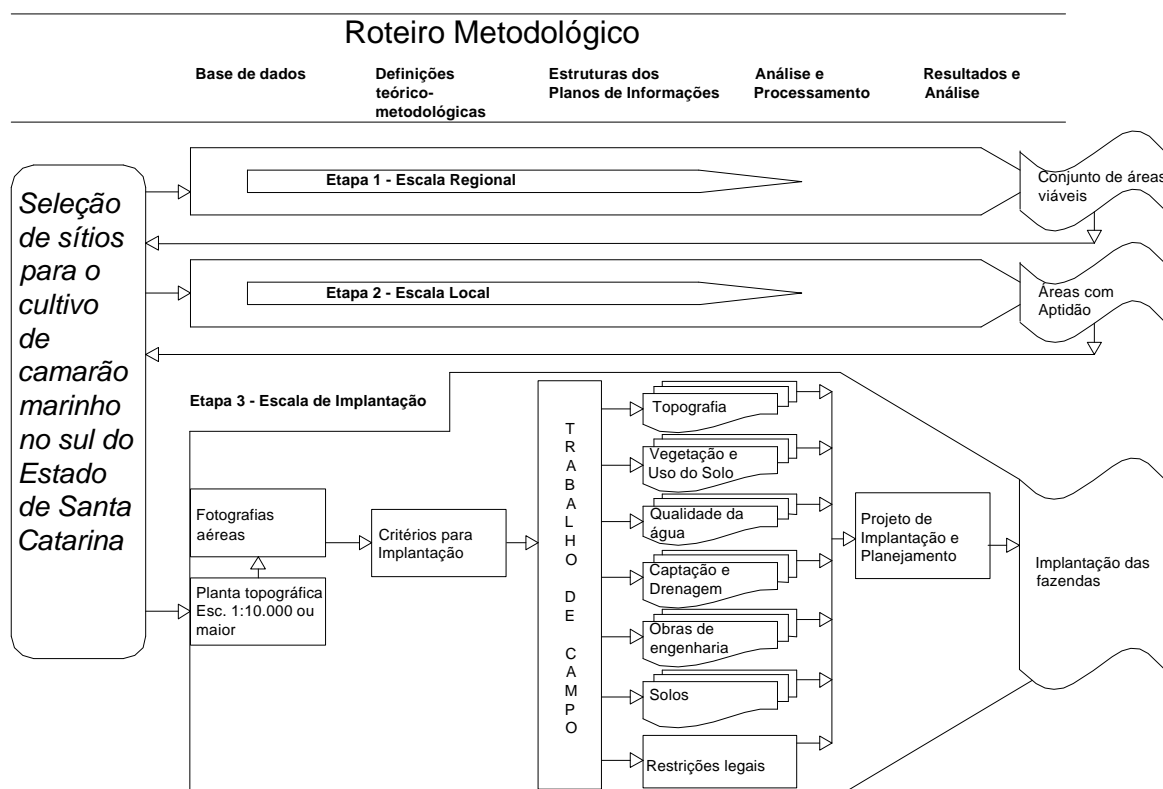


Figura 23 – Roteiro metodológico, com detalhamento da Escala de Implantação.

CAPÍTULO 5 - ESCALA REGIONAL

5.1 – Introdução

A análise em escala regional teve como suporte dados pretéritos disponíveis na literatura e na forma de cartas plani-altimétricas e mapas temáticos. Inclui-se nestes, a busca de trabalhos desenvolvidos em Geoprocessamento aplicado à aqüicultura, bem como informações sobre o meio físico da região de abrangência da pesquisa e de dados específicos sobre a atividade do cultivo de camarões marinhos nos âmbitos estaduais, nacional e de outros países. Este levantamento foi realizado em bibliotecas locais de outras universidades (através do COMUT), pela Internet e por meio de consultas a bases de dados como o ASFA (Aquatic Sciences Fisheries Abstracts), além de contatos com pesquisadores nacionais e internacionais. Nesta fase da pesquisa foram utilizadas imagens de satélite atuais da planície costeira do sul do estado, processadas no Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC/UFSC). Como procedimentos utilizados citam-se a correção métrica e espacial das imagens e o georreferenciamento, utilizando-se para tal os programas, ArcView, Idrisi, AutoCad Map e MicroStation, constituindo assim uma base funcional para a avaliação dos temas que formaram os diversos planos de informação e que foram obtidos por Sensoriamento Remoto. A base cartográfica na escala regional (1:250.000), foi obtida a partir da digitalização das cartas topográficas do IBGE, originalmente na escala 1:50.000.

A proposta metodológica desenvolvida definiu a abrangência da área de estudo, balizada pelas possibilidades de tratamento das imagens e pelos limites das cartas topográficas do IBGE. Nesta fase foram definidos os critérios de seleção das áreas com características próprias para implantação das fazendas de cultivo de camarões. Estes critérios foram escolhidos com base no levantamento bibliográfico, no conhecimento dos requerimentos da implantação de projetos de cultivo desses organismos e no conjunto de características físicas dos ambientes que favorecem a implantação de fazendas de carcinicultura na escala regional.

Os elementos selecionados a partir dos critérios considerados formaram os Planos de informação (PIs) da área de abrangência, armazenados em formato digital, que posteriormente serviram para integrar o conjunto de parâmetros através do SIG. Segundo KAPETSKY *et al.* (1988), o SIG é um instrumento adequado ao auxílio do planejamento das diferentes atividades da aqüicultura.

Pode-se citar como critérios importantes a serem consideradas nessa escala: a altimetria e características morfológicas do terreno, a disponibilidade de água salgada e a presença de unidades de conservação. A altimetria foi obtida das cartas topográficas do IBGE, escala

1:50.000 digitalizadas nesta etapa e associadas às imagens de satélite processadas. Para o critério disponibilidade de água considerou-se os ambientes com influência direta de água marinha, indicados a partir das características de relevo das áreas. As unidades de conservação foram levantadas com base na bibliografia e legislação pertinentes. Os limites destas unidades foram digitalizados e transformados em um Plano de Informação.

5.2 - Abrangência da área de estudo

Na primeira etapa do trabalho, buscou-se entender e integrar as características do Complexo Lagunar e áreas de entorno, especialmente as áreas sob influência de corpos de água salobra, que correspondem às lagunas da região Sul do Estado de Santa Catarina. Tomou-se os seguintes limites para estudo nesta escala: a sul a área tem como limite o sul da Lagoa de Garopaba do Sul, município de Jaguaruna; ao norte se estende até pouco além das Lagoa de Garopaba, municípios de Garopaba e Paulo Lopes; a oeste atinge os contrafortes da serra, onde localizam parte dos municípios de São Martinho, Armazém, Gravatal, Capivari de Baixo e Tubarão e a leste é limitada pelo Oceano Atlântico. Esta área está indicada no mapa 03, formado pela carta base da região.

5.3 - Obtenção da base cartográfica

Para a representação e análise das relações espaciais da área em computador fez-se necessária a obtenção de uma base cartográfica no formato digital, georreferenciada, para uma posterior integração com as imagens de satélite, fotografias aéreas e demais produtos que formarão o SIG.

Na obtenção desta base utilizou-se o programa MicroStation (Bentley) versão 2.0, associado a uma mesa digitalizadora, que permitiu a criação de um modelo vetorial das cartas topográficas do IBGE, em arquivos digitais.

Materiais utilizados:

Cartas topográficas do IBGE (esc. 1:50.000)

Folhas de Imbituba, Vila Nova, Laguna, São Martinho, Garopaba do Sul.

Mapa 3 – Base cartográfica da área de estudo – Escala regional.

Para cada carta criou-se um arquivo digital separado, individualizando-se os níveis hidrografia, estradas e curvas de nível com equidistância de 20 m. Posteriormente, os arquivos foram agrupados através de programas específicos, em um único arquivo para cada Plano de Informação.

O resultado preliminar desta etapa (Mapa 03), serviu de base inicial para a atualização tanto da hidrografia como do sistema viário. A atualização foi obtida a partir da sobreposição das imagens georreferenciadas com os arquivos vetoriais (hidrografia e rodovias). A atualização da base cartográfica teve como referência as fotografias aéreas com apoio das imagens de satélite LANDSAT-7.

5.4 - Imagens de satélite

5.4.1 - Processamento das imagens

Adquiriu-se especialmente para esta pesquisa uma imagem do Satélite LANDSAT-7 ETM+ de 09 de agosto de 1999. Num primeiro momento foram analisadas as bandas ETM+3, ETM+4 e ETM+5, com o objetivo de gerar uma imagem composição colorida. Para interpretação da imagem, contou-se como o conhecimento da área obtido em visitas de campo e principalmente com algoritmos de processamento disponíveis no programa IDRISI (Clark University Labs). A imagem foi processada no LOC/GCN, seguindo as etapas:

- a) Transformação das bandas originais no formato “tif” para o formato “img” do programa IDRISI.
- b) Recorte das bandas ETM+1, ETM+2, ETM+3, ETM+4, ETM+5, ETM+7 e ETM+8 para a área de estudo.
- c) Geração da composição ETM+8, ETM+2, ETM+1 (canais vermelho verde e azul) obtendo o resultado impresso na figura 24.
- d) Transferência da imagem para extensão .bmp com o objetivo de realizar um pós processamento rápido no programa Corel Photo Paint. Aplicação de ajuste de nível de equalização, realce da imagem (brilho-contraste-intensidade e matiz-saturação-iluminação).

Os resultados do processamento das bandas (ETM+1, ETM+2, ETM+3, ETM+4, ETM+5 e ETM+7) foram utilizados para a classificação da vegetação e uso atual do solo e a banda ETM+7 para a atualização da base cartográfica, montada a partir digitalização das cartas do IBGE de 1986. Esses resultados foram apoiados também em trabalhos de campo e fotos dos alvos de interesse.



Figura 24 – Imagem de satélite LANDSAT-7 ETM+, composição colorida bandas 8,2,1 (1999).

5.4 – Critérios para indicação das áreas potenciais

5.4.1 – Altimetria

Para que uma área tenha aptidão ao cultivo de camarão é importante que esteja 1 a 2 m acima do nível da maré e que tenha acesso a mananciais de água salobra. Já para as áreas que se encontram ao nível de influência da maré será necessária a utilização de sistemas de bombeamento tanto para a drenagem como para o abastecimento dos viveiros. Atualmente encontramos projetos de cultivo de camarões em áreas com altitude de até 10 m do nível da maré. Este critério torna-se bastante restritivo se associado ao tipo de solo e principalmente à existência de aquíferos de água doce de qualidade para consumo humano. Para a escala regional utilizou-se como critério as áreas com cotas inferiores a 10 m, onde se indica o potencial das áreas como possíveis ambientes para a introdução de projetos de cultivo de camarões. Todavia faz-se necessário considerar outros critérios igualmente importantes que serão discutidos mais a diante.

Considera-se a recomendação de ANGELL (1998), que salienta a importância da altimetria e a sua estreita relação com a conservação dos aquíferos de água doce. Com base nas cartas topográficas do IBGE, foram obtidos os pontos cotados da área de estudo, os quais juntamente com as curvas de nível de 20 m ajudaram a identificar as planícies costeiras que atenderam este critério.

O resultado final deste critério está indicado no mapa 04, o qual é formado por um polígono com as áreas com altitude inferior a 10 m. Este critério gerou um Plano de Informação (PI) formando o primeiro conjunto de dados para posterior relacionamento com os demais critérios selecionados.

5.4.2 - Disponibilidade de água salgada

Para viabilizar o cultivo de camarões marinhos, é necessário dispor de água salobra em qualidade e quantidade para o abastecimento e renovação dos viveiros de cultivo. Os ambientes com capacidade de atender este requisito são aqueles formados por estuários e lagunares, corpos de água mixohalinas e marinhas que possuem naturalmente águas com qualidade próprias para o desenvolvimento da carcinicultura. As lagunas e estuários geralmente estão associados às planícies costeiras com altitude entre 0 e 10 m, permitindo o acesso da água salobra para áreas situadas nessas cotas.

Mapa 4 – Critério: Altimetria, cotas menores que 10 m – Escala regional

A localização destes corpos de água nas planícies indica, portanto, um ambiente potencial a ser utilizado para o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos. A medida que as áreas forem se distanciando da linha de disponibilidade de água, aumentarão as restrições de potencial de uso. Baseado em ANGELL (1998), considerou-se para este critério uma distância de 4.000 m da linha de disponibilidade de água para abastecimento dos viveiros.

Para formação deste Plano de Informação criou-se uma área “buffer” de 4.000 m de largura, em torno das lagunas e canais com disponibilidade de água salobra, dos ambientes envolvendo a área de estudo. O resultado é apresentado no mapa 05, que mostra o polígono formado por este critério.

5.4.3 - Unidades de conservação

Para a escala regional foram consideradas as unidades de conservação na abrangência da área de estudo. Deste Plano de Informação fez parte o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, constituído pelo decreto lei número 24.598 de 28 de dezembro de 1984. Foram utilizados os limites fornecidos pela FATMA, que indicaram as áreas contidas no polígono (Mapa 06). Todas as áreas incluídas nos limites do parque, foram marcadas como impróprias para ser utilizadas para a atividade de carcinicultura.

5.5 - Criação dos Planos de Informação (PI)

Altimetria: Para atender este critério foram utilizadas as cartas do IBGE na abrangência da área de estudo. Criou-se um arquivo contendo as curvas de nível (vetores) e outro contendo os pontos cotados nas cartas, inferiores a 20 m. Os limites da linha de costa serviram para criar uma barreira considerando-os como cota 0 (zero). Tanto os vetores contendo as curvas de nível de 20m quanto os formados pelos limites da linha de costa, foram transformados de arquivo vetorial para arquivo ponto (*.dwg). Este novo arquivo foi agrupado ao arquivo de pontos cotados, formando um arquivo único. Utilizando uma rotina de interpolação no programa ArcView, criou-se os polígonos formados entre a cota 0 da maré e a cota 10 m. As áreas limitadas por estes polígonos foram consideradas com potencial de uso para carcinicultura e o polígono complementar das áreas foi considerado como impróprio. O resultado deste critério pode ser visto no mapa 04.

Disponibilidade de água salgada: Para atender este critério utilizou-se os polígonos formados pelas lagunas contidas na área de estudo. Fizeram parte dos polígonos as “lagoas” de Garopaba, Ibiraquera, Mirim, Imaruí, Santo Antônio, Santa Marta, Camacho, Garopaba do Sul e Ribeirão, incluindo ainda o canal formado pelo rio Ponto Grossa. Com base nestes polígonos criou-se, com auxílio do ArcView, uma área “buffer” externa aos polígonos com 4.000 m de largura. As áreas contidas nos polígonos foram consideradas de uso potencial para carcinicultura e o polígono complementar (área restante) como imprópria. O resultado deste processamento está representado no mapa 05.

Unidades de conservação: a criação do Plano de Informação formado pelas unidades de conservação considerou os limites do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro, criando um arquivo vetor, georreferenciado *.dwg do AutoCad e transformado em polígono. Converteu-se o mesmo para o ArcView constituindo desta forma a área determinada por este critério, conforme mapa 06.

5.6 – Relacionamento dos Planos de Informação e definição das áreas potenciais

De posse dos diferentes Plano de Informação e com auxílio do programa ArcView foi criada uma vista contendo o Plano de Informação altimetria, disponibilidade de água salgada e unidades de conservação. Posteriormente utilizando-se rotinas para análise geográfica, realizou-se a intersecção entre os PIs citados contendo os polígonos formados pelos planos de informações criados para esta escala regional de seleção. Obteve-se assim apenas as áreas comuns para todos os polígonos, que indicam o potencial de uso para a carcinicultura. Calculou-se, também os atributos correspondentes a superfície de cada polígono, obtendo como resultado a superfície estimada para cada município. O resultado está apresentado no mapa 07, onde o município de Laguna teve a maior superfície de 16.837 ha, Imbituba com 4.675 ha, Jaguaruna com 2.880 ha, Garopaba com 2.870, Imaruí 2.300 ha e Tubarão com 2.028 ha. Nesta etapa foi possível, portanto separar as superfícies com potencial para a carcinicultura, indicando a necessidade de aprofundar os estudos para assim obter a aptidão para a carcinicultura.

Mapa 5 – Critério: Distância da água salgada para abastecimento – Escala regional

Mapa 6 –. Critério: Unidades de conservação – Escala regional.

Mapa 7 – Áreas potenciais para o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos – Escala regional.

A introdução de critérios legais, como o caso das áreas de preservação, permitem orientar rapidamente os tomadores de decisão e também os órgãos de fiscalização sobre as áreas de maior restrição. Da mesma forma, a indicação das superfícies com potencial, servem para eleger as áreas que necessitam de estudos mais detalhados.

A utilização de critérios mais diretos e em escala de maior detalhe (escala local), auxiliados por levantamentos de campo, permitirão zonear as áreas com aptidão para o cultivo de camarão marinho, permitindo orientar e planejar com maior precisão o desenvolvimento desta atividade.

CAPÍTULO 6 - ESCALA LOCAL

6.1 - Introdução

Estabelecido o levantamento das áreas potenciais na escala regional, selecionou-se o Município de Laguna para dar prosseguimento ao zoneamento das áreas com aptidão ao cultivo de camarões na escala local de detalhamento (1:50.000), conforme figura 25.

Determinada a área teste foram utilizadas as fotografias aéreas e imagens de satélite recentes, que fizeram parte do conjunto de dados nesta escala. Numa primeira etapa foi digitalizada a base cartográfica, obtida a partir da carta topográfica do IBGE escala 1:50.000 (Mapa 08) atualizada com as fotografias aéreas (vôo realizado de abril de 2002, escala 1:20.000) e a imagem de satélite LANDSAT 7 (ETM +), órbita 220, Ponto 80 de 09/08/1999.

Os critérios levados em consideração constituíram os diversos PIs da área de abrangência geográfica, armazenados em formato digital, que posteriormente foram relacionados através do SIG.

Os critérios de seleção das áreas com características próprias para implantação de fazendas de cultivo de camarões, foram definidos com base no levantamento bibliográfico, no conhecimento dos requerimentos para a implantação de projetos de cultivo e no conjunto de variáveis físicas do ambiente que favorecem o desenvolvimento desta atividade. Foram adotados: topografia, cobertura vegetal e uso atual do solo, restrições legais, cobertura pedológica superficial, disponibilidade de água salgada, possibilidade de drenagem e índice de qualidade de água.

O PI constituído pela **topografia** foi formado pelas áreas com altimetria inferior a 6 m, foi definido em função do custo de energia para bombeamento e riscos de infiltração de água salgada coma possibilidade de contaminação dos aquíferos de água doce.

Para o PI formado pelas **restrições legais** foram obtidas informações na legislação pertinente e junto aos órgãos ambientais municipais, estaduais e federais.

O PI **cobertura vegetal e uso atual do solo** foi criado a partir da fotointerpretação visual das fotos aéreas escala 1:20.000, apoiada por levantamento de campo (fotos aéreas obliquas). Foram excluídas para fins de implantação de fazendas de carcinicultura as áreas de preservação permanente, tais como manguezal, Mata Atlântica e vegetação de restinga original. Deu-se preferência às áreas já utilizadas por outras atividades, principalmente agricultura e pecuária, que se encontram abandonadas ou sub-utilizadas para atender este critério.

Figura 25 – Modelo Digital de Terreno escala local, Município de Laguna

Mapa 8 - Base cartográfica do município de Laguna – Escala local.

A cobertura pedológica foi analisada em profundidades de até 2 m, criando o PI **tipo de solos**, levando-se em consideração as características de interesse para o cultivo (presença de solos turfosos, dunas, textura e pH do solo).

Para a **drenagem** considerou-se como restrição os solos alagados com dificuldade de escoamento e a viabilidade de liberação das águas utilizadas nos cultivos para pontos diferentes daqueles de captação.

O PI sobre **disponibilidade de água** (índice hidrológico) para os cultivos utilizou como base os levantamentos de campo realizados sob diferentes condições, considerando suas características físico-químicas (salinidade, oxigênio dissolvido, pH e turbidez), além das informações disponíveis na bibliografia. Complementarmente foram realizadas campanhas de amostragem ao longo de um ciclo completo de maré (13 horas) em dois pontos, onde além das propriedades físico-químicas foram obtidos dados correntométricos, a fim de possibilitar a avaliação das características de circulação das águas em todo o complexo lagunar. Este PI foi formado a partir da identificação da possibilidade de acesso das áreas às águas próprias para a atividade, baseando-se em critérios como distância máxima do ponto de captação e volume disponível de acordo com o tamanho da área a ser selecionada.

O relacionamento destas informações por meio do SIG, apresentou as áreas com diferentes graus de aptidão ao cultivo de camarões marinhos. Os dados obtidos na escala local, por seu turno, formaram a base de informações que auxiliaram a elaboração do planejamento na escala de implantação das fazendas.

6.2 – Produtos do Sensoriamento Remoto

6.2.1 - Imagem de satélite

Para esta escala de análise foram utilizadas as mesmas imagens já processadas na escala regional, com o objetivo de auxiliar o reconhecimento da área e a atualização da base cartográfica. A escala de processamento dos produtos foi fixada em 1:50.000.

As imagens foram gravadas no formato *.tif, podendo tanto ser processadas pelo programa Idrisi quanto pelo ArcView. Quando reunidas numa vista do SIG permitiram consultas rápidas para esclarecimento das dúvidas e reconhecimento da área.

O georreferenciamento das imagens de satélite foram feitas como auxílio das cartas topográficas do IBGE, utilizando-se o programa Idrisi. O resultado deste processamento serviu para a atualização cartográfica, dando ênfase à rede hidrográfica (Figura 26).

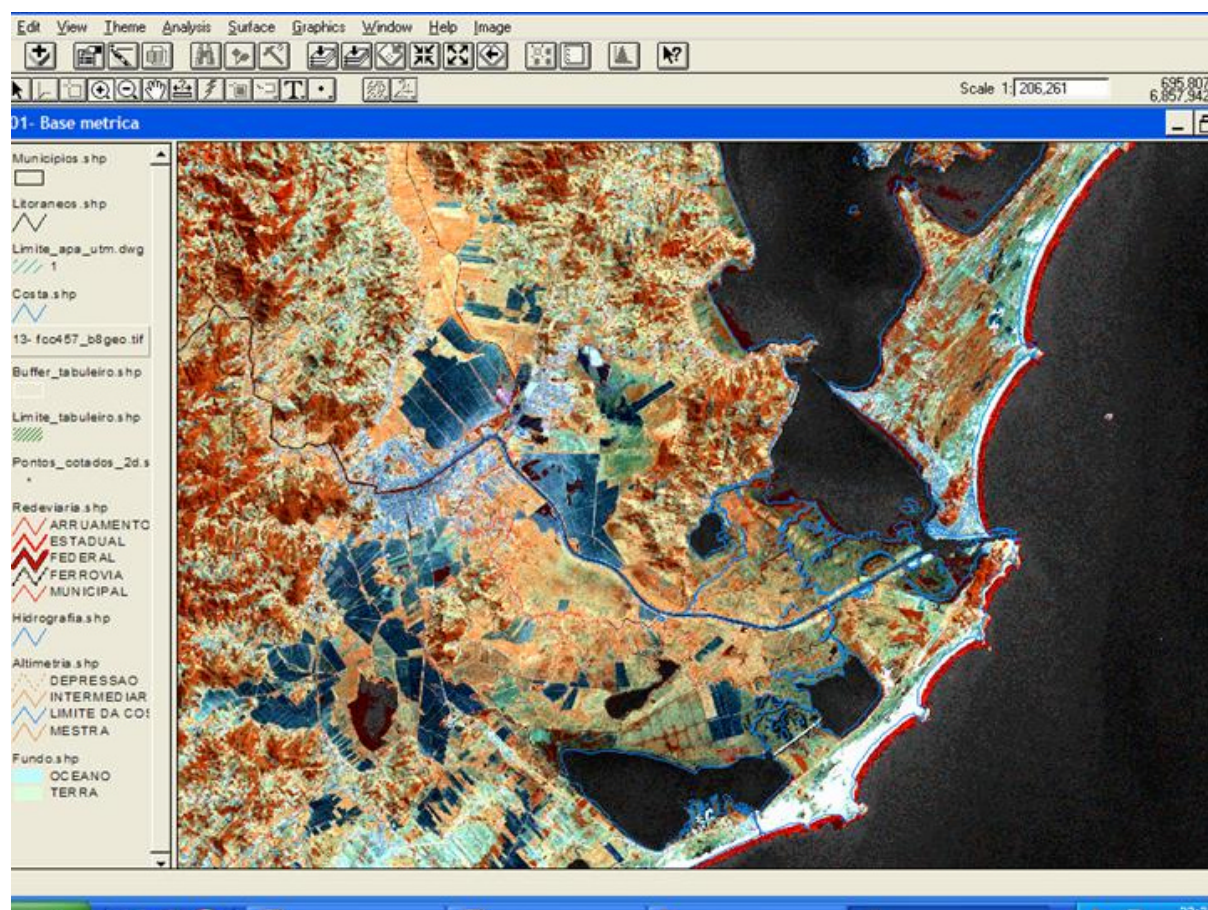


Figura 26 – Imagem de satélite como base de atualização cartográfica (ArcView).

6.2.2 - Fotos aéreas

O aerolevantamento foi realizado pela empresa AEROIMAGEM (Curitiba), sendo o voo contratado exclusivamente com a finalidade de atender este trabalho, sob a autorização do Ministério da Defesa número 056/2002. A realização do voo efetuou-se em abril de 2002, sendo realizado um recobrimento aerofotogramétrico na escala 1:20.000, que totalizou uma cobertura de 420 Km². Como produto resultaram fotos impressas em papel e imagens digitais gravadas em CD-Rom com resolução planimétrica de 600 dpi, figura 27.

Logo de georrefenciadas as fotografias aéreas a partir da base vetorial digital do IBGE (1:50.000), foi organizado um mosaico o qual permitiu trabalhar as fotos conjuntamente. Além da atualização cartográfica, este produto foi utilizado, para demarcação e transferência dos polígonos já georreferenciados para a base cartográfica, obtendo-se como resultado o mapa da fotointerpretação da vegetação e uso atual do solo.

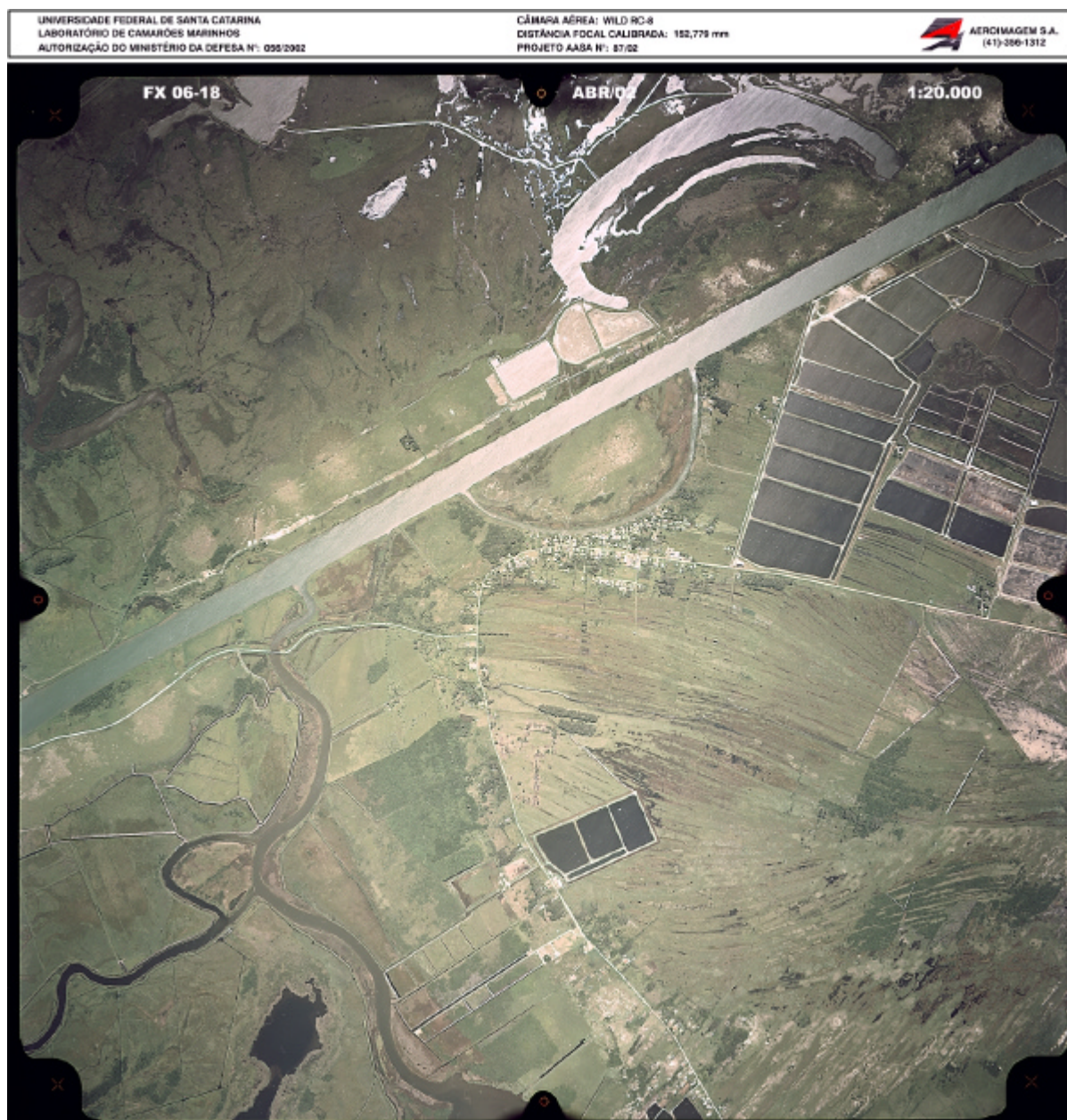


Figura 27 – Foto aérea, vista da localidade de Campos Verde, resolução 300 dpi, vôo abril/2002.

A orientação espacial das fotografias aéreas de 2002 foi realizada por meio do software ArcView.

Com este software realizou-se a orientação dos modelos referenciando os mesmos ao espaço geográfico. No caso da retificação, utilizaram-se pontos de controle obtidos das bases vetoriais que já haviam sido incorporadas ao SIG, aplicando-se algoritmos de grau 1 para as áreas costeiras planas e de grau 2 para as áreas com maior declividade. O número de pontos de controle variou entre 10 e 80, atendendo as características morfológicas do terreno fotografado.

Paralelamente realizou-se a orientação dos modelos no espaço geográfico, unificando-se o

referencial planimétrico no sistema de coordenadas UTM, fuso 22 com meridiano central em 51 °W.

Na finalização desta fase do método, obtiveram-se 85 modelos fotográficos em mídia digital georreferenciados.

Logo após o georreferenciamento das fotografias aéreas, elaborou-se um mosaico utilizando a totalidade das fotos. Para isto, por meio do módulo “mosaic” do software Erdas Imagine, incorporou-se cada imagem das fotografias aéreas de forma independente em um projeto específico, considerando-se as sobreposições longitudinais e transversais que minimizaram as diferenças planimétricas e radiométricas, consequência própria das técnicas e métodos utilizados.

Verificada a integridade da estrutura do mosaico, criou-se um arquivo unificado no formato *.img próprio do Erdas. Por ter-se trabalhado com os modelos originais em alta resolução planimétrica (300 dpi), o manejo do mosaico na tela ficou lento em termos de deslocamento do mesmo. Por isto criou-se uma versão em baixa resolução (100dpi) para ser utilizado na observação da área em escala pequena e média, utilizando-se o mesmo formato *.img do Erdas Imagine.

6.3 - Definição dos critérios para escolha das áreas

6.3.1 – Topografia

A topografia é um fator importante para a implantação das fazendas de cultivo de camarões marinhos. As áreas descritas como viáveis são aquelas que apresentam topografia com declividades inferiores a 2% (levemente inclinado) e uma diferença altimétrica em relação ao nível médio da maré inferior a 6 m.

Para esta variável foi criado no ArcView um polígono incluindo as áreas com valores de altimetria variando entre 0 a 6 m.

As áreas superiores a 6 m de altitude foram classificadas como impróprias para o cultivo de camarões recebendo o valor 0. Os polígonos com altitude acima da maré máxima e até a cota 6 m do nível da maré média receberam valor 1 (próprias), portanto com potencial de uso, sendo indicadas no mapa 09.

O valor 0 atribuído aos polígonos impróprios, através da operação de multiplicação dos

atributos dos polígonos, cancela as áreas de intersecção enquanto o valor 1 continua validando a intersecção como apta pelos critérios seleccionados.

6.3.2 - Vegetação e uso do solo

Com auxílio de um estereoscópio de espelho e dos pares de fotos, realizou-se a interpretação das diferentes classes de vegetação e uso do solo. As classes foram divididas nos seguintes temas: área urbana, solo exposto, dunas, vegetação de mangue, vegetação de dunas, vegetação arbórea e arbustiva, campos úmidos/agricultura e campos secos/agricultura. O resultado obtido pela fotointerpretação está representado no mapa 02 e a discussão dos resultados no capítulo 3.4.3.

Para formação deste Plano de Informação, o mapa 02 foi reclassificado agrupando os tipos de uso de acordo com sua aptidão natural, formando duas classes, próprias (valor 1) e impróprias (valor 0) para a atividade de carcinicultura. O mapa 10 indica as áreas com potencial de uso (valor 1), agrupando as classes de uso campos secos/agricultura, campos úmido/agricultura e solo exposto. Os polígonos foram transformados de vetor para imagem raster, atribuindo-se o valor 1 para os pixels formados pelas áreas com potencial de uso e valor 0 para as áreas classificadas como impróprias.

Mapa 9 - Critério: Topografia, cotas entre 0 e 6,0 m - Escala local

Mapa 10 - Critério: Vegetação e uso do solo re-classificado - Escala local.

6.3.3 – Restrições legais

A legislação atual permite estabelecer sem ambigüidade os ambientes classificados como área de preservação permanente. Para a formação do Plano de Informação formado por este critério tomamo-se como base a lei número 4.771 de 15 de setembro de 1965 (código florestal), que define medidas de proteção das formas de vegetação, especialmente àquelas associadas aos recursos hídricos (matas ciliares, margens de rios, reservatórios, mangue). Define também os afastamentos necessários dos mananciais hídricos para a instalação de qualquer empreendimento de aquíicultura.

Tomando como base a distância de afastamento dos corpos de água criou-se uma área “buffer” de largura correspondente ao previsto pela legislação (de 30 a 100 m) indicando as áreas excluídas por este parâmetro. Os polígonos foram igualmente transformados em imagem raster atribuindo os valores 0 para os pixels contidos nas áreas de afastamento e 1 para os pixels contidos nas áreas complementares. O resultado deste critério está indicado no mapa 11.

6.3.4 - Captação de água.

Foram feitas campanhas de amostragem de água para avaliação dos parâmetros físicos e químicos e que possibilitassem conhecer a dinâmica de mistura e circulação dos corpos mixohalinos do Complexo Lagunar.

Nos estudos de campo foram determinadas estações de amostragem de água estuarina que serviram para avaliar o potencial a ser utilizado no abastecimento de viveiros de cultivo de camarões marinhos. Utilizando-se técnicas de Avaliação Multicritério, criou-se um índice hidrológico (IH) o qual indica se as condições da água são aptas para o desenvolvimento dos camarões (item 6.3.7).

Tomando como base o IH, foram identificados corpos de água que serviram para a formação dos “buffers” de distância das áreas com potencial de uso. O acesso a eles foi incluído como um parâmetro na formação das camadas selecionadas para indicar o potencial de uso das áreas para o cultivo.

Mapa 11 - Critério: Restrição legal – afastamento dos corpos de água - Escala local.

Para a criação da área de “buffer” foram atribuídos índices de acordo com a distância aos corpos de água com potencial de captação. Estes índices foram determinados em função do incremento da dificuldade de planejar a construção de canais coletivos de abastecimento, considerando-se o aumento do número de propriedades em função da distância da linha de água. ANGELL (1998), utiliza este mesmo critério de distância dos corpos d’água para classificar as áreas com aptidão ao cultivo de camarões. Desta forma considerou-se como ainda viáveis as áreas com distância inferior a 3.000 m dos corpos d’água. Foi atribuído peso 0 às áreas com distância superior (área imprópria). As áreas de 2.600 a 3.000 m receberam peso 1, de 2.000 a 2.600 peso 2, de 1.100 a 2.000 peso 3 e 0 a 1.100 m receberam peso 4. Estes índices estão representados nas áreas “buffers” de largura (Mapa 12).

6.3.5 – Drenagem da água

O conhecimento dos padrões de circulação do Complexo Lagunar e dos corpos de água que compõem este sistema permitiram identificar as principais características de sua dinâmica, subsidiando a análise desta variável. Foi dada prioridade para a drenagem nos ambientes opostos aos pontos de captação, favorecendo desta forma a diluição do efluentes nas áreas que naturalmente são providas desta condição. Além do ambiente de captação de drenagem, considerou-se a distância até eles, haja vista a necessidade e dificuldade de planejar as drenagens coletivas que cortam diferentes propriedades (ação esta dependente do cadastro técnico das propriedades rurais).

Para a criação das áreas “buffers” de largura, definiu-se os canais e margens das lagoas como possíveis pontos de lançamento da drenagem dos viveiros. Para a distância de drenagem utilizou-se as mesmas distâncias do PI referente a distância de abastecimento da água, apresentadas na tabela 05.

Mapa 12 - Critério: Distância da água de abastecimento - Escala local.

Tabela 5 – Classificação do peso dos intervalos para os diferentes pontos de drenagem das águas de cultivo.

Distância dos pontos de drenagem	Peso intervalo
Ambiente diferente da captação	
Até 1.100 m	4
De 1.100 a 2.000 m	3
De 2.000 a 2.000 m	2
De 2.600 a 3.000 m	1
> de 3.000 m	0
Ambiente igual ao da captação	
Até 1.100 m	2
De 1.100 a 2.000 m	1,5
De 2.000 a 2.000 m	1
De 2.600 a 3.000 m	0,5
> de 3.000 m	0

Os Planos de Informação foram classificados de acordo com os critérios apresentados na tabela 05, obtendo-se como resultado a síntese apresentada no mapa 13.

6.3.6 – Solos

Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, com a realização da fotointerpretação das aerofotos e posterior verificação em campo. Os tipos de solos encontrados na área levantada estão indicados no mapa 08.

Os tipos de solo encontrados, conforme anteriormente apresentados foram: Argissolo Vermelho Amarelo, Neossolo Quartzarênico Típico, Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, Gleissolo Melânico Típico, Gleissolo Melânico Quartzarênico, Turfa e Dunas. Foram atribuídos intervalos de pH e textura para cada tipo de solo segundo a EMBRAPA (1999), conforme a tabela 06.

A espacialização do critério tipo de solo reclassificado está representado no mapa 14.

Mapa 13 - Critério: Distância da água de drenagem - Escala local.

Mapa 14 - Critério: Tipos de solo reclassificados - Escala local.

Tabela 6 – Intervalo de pH e textura para os diferentes tipos de solos classificados no município de Laguna (segundo EMBRAPA, 1999).

Tipo de solo	pH	Textura
Argissolo Vermelho Amarelo	5,0 – 5,2	Argiloso
Neossolo Quartzarênico Típico	5,0 – 5,3	Arenoso
Neossolo Quartzarênico Hidromórfico	5,2 – 5,4	Arenoso
Gleissolo Melânico Típico	4,5 – 4,8	Muito argiloso
Gleissolo Melânico Quartzarênico	4,8 – 5,2	Argilo-arenoso
Turfa	5,0 – 5,5	Textura orgânica

Segundo ANGEL (1998), os solos com pH inferior a 4,5 apresentam maior dificuldade para o desenvolvimento dos camarões, principalmente pela alta demanda de calcário agrícola aplicados na correção para os níveis ideais. Já os solos com pH acima de 6,0 podem ser facilmente ajustados. A textura orgânica foi classificada como imprópria para o cultivo. O solos argilosos podem ser considerados como os mais apropriados para o desenvolvimento do camarão por apresentarem maior índice de fertilidade natural e pela capacidade natural de retenção da água. A tabela 07 resume a classificação utilizada para os intervalos de pH e textura com os seus pesos correspondentes.

Tabela 7 - Classificação do pH e os tipos de textura em intervalos com os pesos correspondentes, de acordo com o grau de aptidão para a carcinicultura.

pH	Peso	Textura	Peso
< 4,0	0	Textura orgânica	0
4,0 – 4,5	1	Areia de duna	1
4,5 – 5,0	2	Arenoso	2
5,0 - 6,0	3	Argilo-arenoso	3
> 6,0	4	Argiloso	4

A pontuação do solo (PS) é resultado da multiplicação do peso do intervalo da variável pH (PI) pelo peso do intervalo da variável textura, calculados a partir da equação 1 e apresentados na tabela 08.

$$PS = PI_{pH} * PI_{textura} \text{ (equação 1)}$$

Tabela 8 – Pontuação, do solo obtido pela multiplicação das classes de solos de acordo com o pH e a textura.

Propriedade	Peso intervalo				
pH	0	1	2	3	4
Textura	0	1	2	3	4
Pontuação do Solo (IS)	0	1	4	9	16

Os valores de pontuação do solo (PS) foram plotados no gráfico (Figura 28) encontrando a equação com o peso do solo (IS), correspondentes aos intervalos de peso para característica de cada solo, expresso pela seguinte equação.

$$IS = (PS)^{0,5} \quad (\text{equação 2}).$$

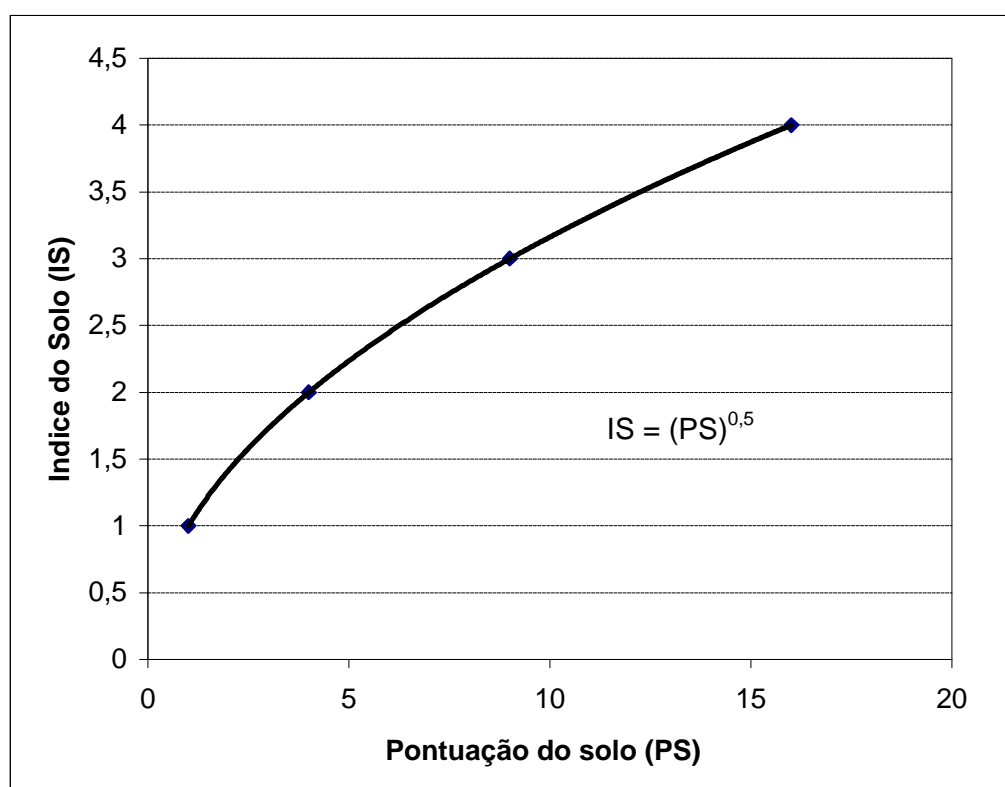


Figura 28 –Função correspondente ao IS de acordo com o valor encontrado para cada pontuação do solo.

6.3.7 - Índice hidrológico

Esta etapa do trabalho procurou avançar na Avaliação Multicritério de áreas propícias à carcinicultura no Complexo Lagunar do sul de Santa Catarina através do emprego de indicadores hidrológicos de importância para estabelecer a viabilidade da atividade. Assim, na primeira etapa de seleção procurou-se identificar locais cujas condições da água fossem

desfavoráveis ao cultivo. Visando obter um Índice Hidrológico (IH) que avaliasse o potencial de aproveitamento das águas, atribuiu-se peso diferenciado a quatro variáveis: salinidade, turbidez, pH e oxigênio dissolvido, escolhidas em função da facilidade da coleta, que possibilitou o adensamento espaço-temporal da malha de amostragem. A variável temperatura foi considerada como tendo intervalo adequado para o cultivo de camarões em todo o sistema, não sendo incorporada ao índice. A atribuição de pesos (entre 5 e 1) baseou-se no grau de importância desta variáveis para o desenvolvimento dos camarões marinhos e também na viabilidade de ajuste, quando nos viveiros de cultivo, para condições mais adequadas. Deste modo a salinidade obteve valor de importância máxima e o oxigênio menor importância (neste caso pela facilidade de incorporação no ambiente de cultivo).

Considerando-se amplitude natural no ambiente estuarino foram determinados 6 intervalos de variação para cada propriedade, abrangendo desde seu intervalo ótimo para o cultivo (peso 5) até o limite restritivo das mesmas (peso 0), conforme tabela 09. Para cada propriedade foram encontradas as equações da reta que melhor ajustassem os valores obtidos em cada estação para uma escala contínua de peso entre 0 a 5 (BELTRAME *et al.*, 2002a).

Tabela 9 – Classificação dos intervalos estabelecidos para as variáveis selecionadas e seus respectivos pesos.

Peso dos Intervalos	Salinidade (PSU)	pH	O ₂ (mg.l ⁻¹)	Turbidez (NTU)
5	20 – 30 ou 30 - 35	8,0 - 8,5	> 7,0	0,0 - 5,0
4	15 - 20 ou 35 - 40	7,5 – 8,0	5,0 - 7,0	5,0 - 20
3	10 - 15 ou 40 - 45	7,0 - 7,5	4,0 – 5,0	20 - 50
2	5 - 10 ou 45 - 50	6,5-7,0	3,0 - 4,0	50 - 100
1	0- 5	6,0-6,5 ou 8,5-9,0	2,0 - 3,0	100 - 200
0	0	6,0 ou 9,0	< 2,0	> 200
Peso Variável	5	3	2	1

6.3.7.1 – Salinidade

Algumas espécies de camarões marinhos têm mostrado uma alta adaptação às variações de salinidade da água. A literatura tem relatado cultivo de *L. vananmei* desde água doce até altas salinidades 45 a 50 PSU (PÁEZ OSUNA, 2001). Por outro lado, nestas condições há a dificuldade de conduzir os cultivos com o mesmo sucesso se comparado com salinidades próximas do conforto osmótico dos camarões. De acordo com BOYD (1990), a faixa de

salinidade melhor para o desenvolvimento dos camarões se encontra entre 15 e 25 PSU.

Os ambientes que sofrem influência de fortes períodos de chuva estão sujeitos a maiores flutuações na salinidade e a uma diminuição significativa na alcalinidade da água, criando desta forma condições desfavoráveis ao crescimento dos camarões.

Considerando as informações disponíveis na literatura a salinidade foi classificada em intervalos de peso que expressam um gradiente de aptidão ao desenvolvimento do camarão (tabela 9). A partir destas informações foi construído um gráfico representando as curvas que indicam a relação entre os valores de salinidade e seu peso correspondente. Assim, temos para salinidades de 0 a 20 a equação “peso do intervalo = $0,2 \times (\text{valor de salinidade})$ ”; para salinidades de 20 a 30, peso do intervalo = $0,1 \times (\text{valor da salinidade}) + 2$; e para salinidades 30 a 50, peso do intervalo = $-0,2 \times (\text{valor da salinidade}) + 11$. Estas equações podem ser observadas na figura 29.

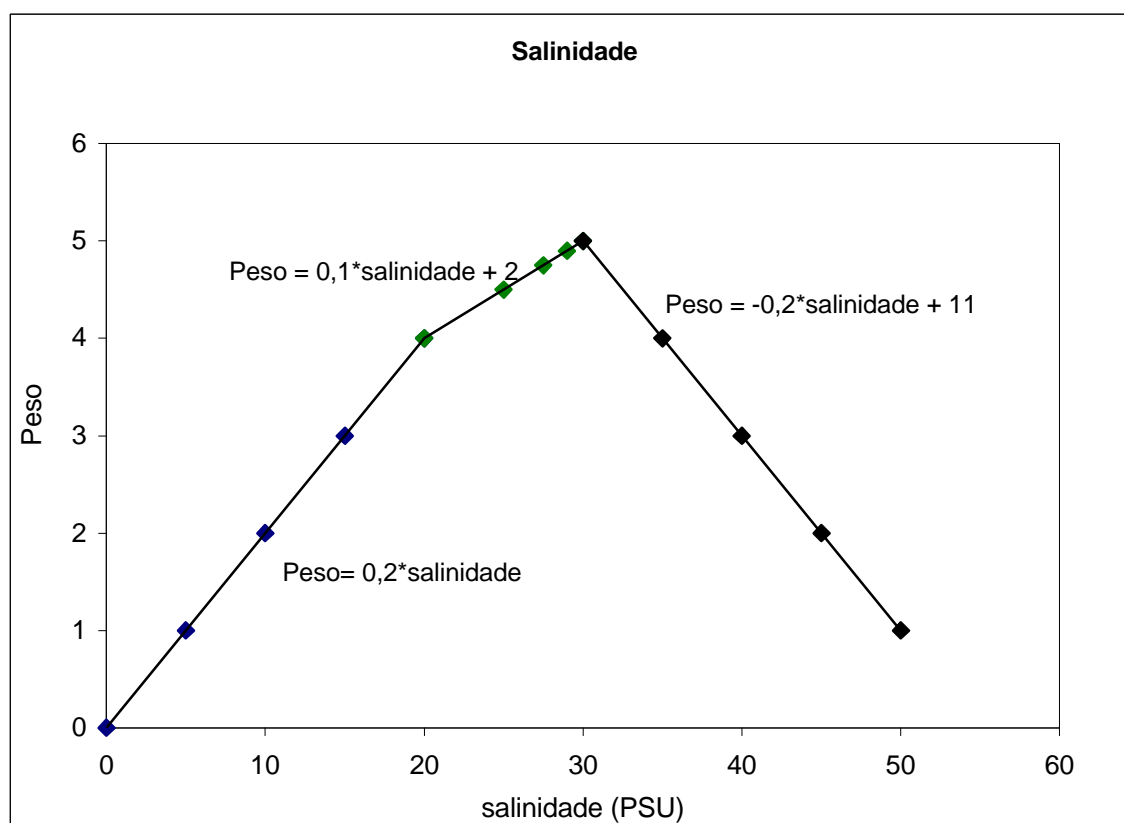


Figura 29 – Relação entre os valores de salinidade e seus respectivos pesos .

6.3.7.2 – pH

Segundo PÁZ-OSUNA (2001) os valores de pH encontrados para águas estuarinas e marinhas oscilam entre 7,0 e 9,0. O mesmo autor relata que existem poucas informações sobre o efeito do pH em camarões marinhos. Segundo BOYD (1990) em relação às espécies, quando o pH é menor do que 4,0 se atinge o ponto chamado de morte ácida; em condições de pH entre 4,0 a 6,0 e 9 a 11,0 há um crescimento lento, já com pH na faixa de 6,0 a 9,0 se alcança a faixa de ótimo crescimento. Por outro lado, para pH acima de 11,0 ocorre o chamado processo de morte alcalina.

As águas marinhas possuem um sistema “tampão” de regulação do pH, constituído principalmente pela presença de carbonatos na água. Assim, torna-se raro encontrarmos valores pH menores do que 6,5 e maiores que 9,5 em estuários. Este parâmetro pode ser considerado como um termômetro indicador do estado de alteração das condições habituais de águas estuarinas e marinhas.

Já nos sistemas de cultivo ocorre uma flutuação diuturna dependente principalmente da biomassa de fitoplankton e da respiração dos organismos presentes no viveiro. A metabolização da matéria orgânica também afeta o pH, por consumir oxigênio e liberar CO₂ na água.

Na tabela 09 estão indicados os pesos atribuídos a cada intervalo de variação desta propriedade e na figura 30 as respectivas equações. Deste modo determinou-se para valores de pH entre 5,5 e 8,0 a equação “peso = 2* (valor do pH) – 11 e para valor pH entre 8,0 e 10, peso = -2,5*(valor do pH) + 25.

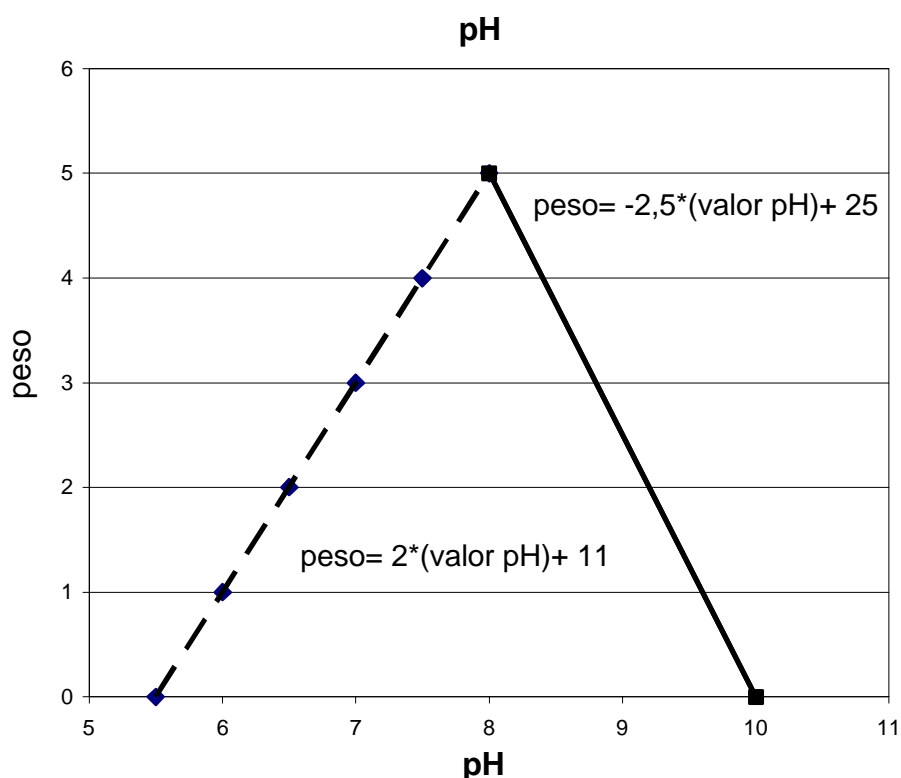


Figura 30 – Representação das equações e suas respectivas retas para pH da água de acordo com os intervalos de classe adotados.

6.3.7.3 – Turbidez

A turbidez é um parâmetro de medida indireta da concentração de material particulado em suspensão na coluna d'água. Altos valores desta propriedade interferem negativamente no processo fotossintético e promovem mudanças na composição da comunidade aquática. Se a turbidez for devida a partículas orgânicas pode também promover uma depleção do oxigênio dissolvido.

Segundo BOY e GAYTIER (2002), o limite superior recomendado de material total em suspensão para camarões marinhos é de 100 mg.l⁻¹. Como os dados obtidos neste trabalho foram adquiridos em valores de turbidez foi calculada uma equação de regressão, com base em dados empíricos obtidos durante as campanhas de coleta, para compará-los (“material em suspensão = 1,5*valor de turbidez”). Baseando-se no limite sugerido por estes autores foram atribuídos os pesos associados aos valores de turbidez conforme tabela 09 e figura 31.

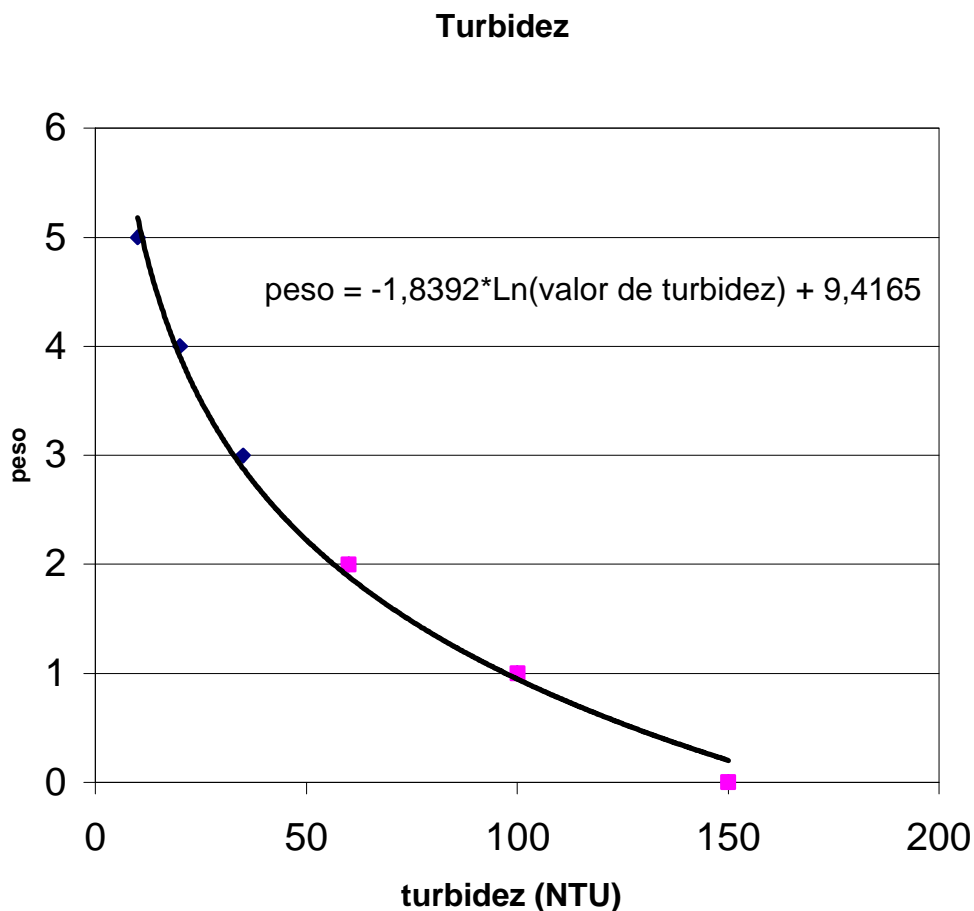


Figura 31 - Representação da equação e curva para turbidez da água de acordo com os intervalos de classe adotados.

6.3.7.4 - Oxigênio Dissolvido

A concentração de oxigênio dissolvido na água depende da combinação de vários fatores como:

- solubilidade da molécula de oxigênio, da temperatura e salinidade da água;
- da quantidade e tipo de produtores fotossintéticos;
- do consumo de oxigênio pela respiração dos organismos, tanto na coluna da água quanto no sedimento;
- do consumo de oxigênio por oxidação bacteriana da matéria orgânica produzida pelas plantas e animais.

Estes fatores sofrem influência da hidrodinâmica dos corpos de água, apresentando comportamento diferenciado de acordo com as características de circulação estuarina.

Segundo PÁEZ-OSUNA (2001), o oxigênio dissolvido é considerado um dos parâmetros de

qualidade de água mais críticos, tanto para os sistemas naturais quanto para os viveiros de cultivo. Portanto, sua utilização na avaliação das condições dos corpos de água ajuda a entender os processos de renovação e auxilia na compreensão dos processos de mistura.

Os valores de oxigênio dissolvido considerado adequado para o desenvolvimento do cultivo de camarões estão entre 4 – 6 mg.l⁻¹, sendo que a restrição de retardamento de crescimento e estímulo da mortalidade se encontram somente nos valores abaixo de 2,0 mg.l⁻¹.

A partir destas informações foram atribuídos pesos diferenciados para os intervalos de variação desta propriedade, conforme representado na tabela 09 e na figura 32.

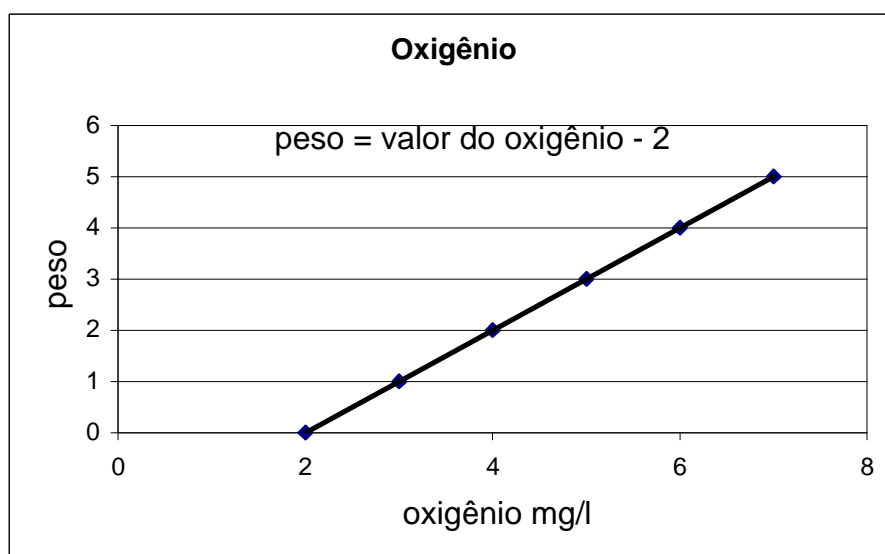


Figura 32 - Representação da equação da reta para oxigênio dissolvido na da água de acordo com os intervalos de classe adotados.

6.3.7.5 – Obtenção do índice hidrológico

Uma vez definido o peso da variável (PV) e o peso do intervalo da variável (PI) multiplicou-se estes valores, obtendo-se a pontuação da variável para cada estação (PVE), conforme equação 1. Em seguida, multiplicou-se as pontuações das quatro variáveis, obtendo-se a pontuação final da estação (PFE, equação 2).

$$PVE_{var} = PV_{var} * PI_{var} \quad (\text{equação 1})$$

$$PFE = PVE_{salinidade} * PVE_{pH} * PVE_{turbidez} * PVE_{oxigênio} \quad (\text{equação 2})$$

Conforme demonstrado na tabela 10, a pontuação de cada estação pode variar entre 0,0 e 18.750. Para facilitar a compreensão do índice, estes valores foram redistribuídos para

valores de 0 a 10 de acordo com a equação “ $IH = 0,8546(PFE)^{0,25}$ ”, criando desta forma o índice hidrológico (IH) expresso na figura 33.

Tabela 10 - Intervalo de classe, valor da classe e peso dos parâmetros para obtenção do índice hidrológico (IH).

Peso Intervalo (PI)							PV
Salinidade	0	1	2	3	4	5	(5)
Turbidez	0	1	2	3	4	5	(3)
pH	0	1	2	3	4	5	(2)
Oxigênio	0	1	2	3	4	5	(1)
Pontuação da variável para cada estação (PVE) – Baseado nos valores dos PI inteiros							
Salinidade	0	5	10	15	20	25	
Turbidez	0	3	6	9	12	15	
pH	0	2	4	6	8	10	
Oxigênio	0	1	2	3	4	5	
Pontuação Final Estação (PFE)	0	30	480	2430	7680	18750	

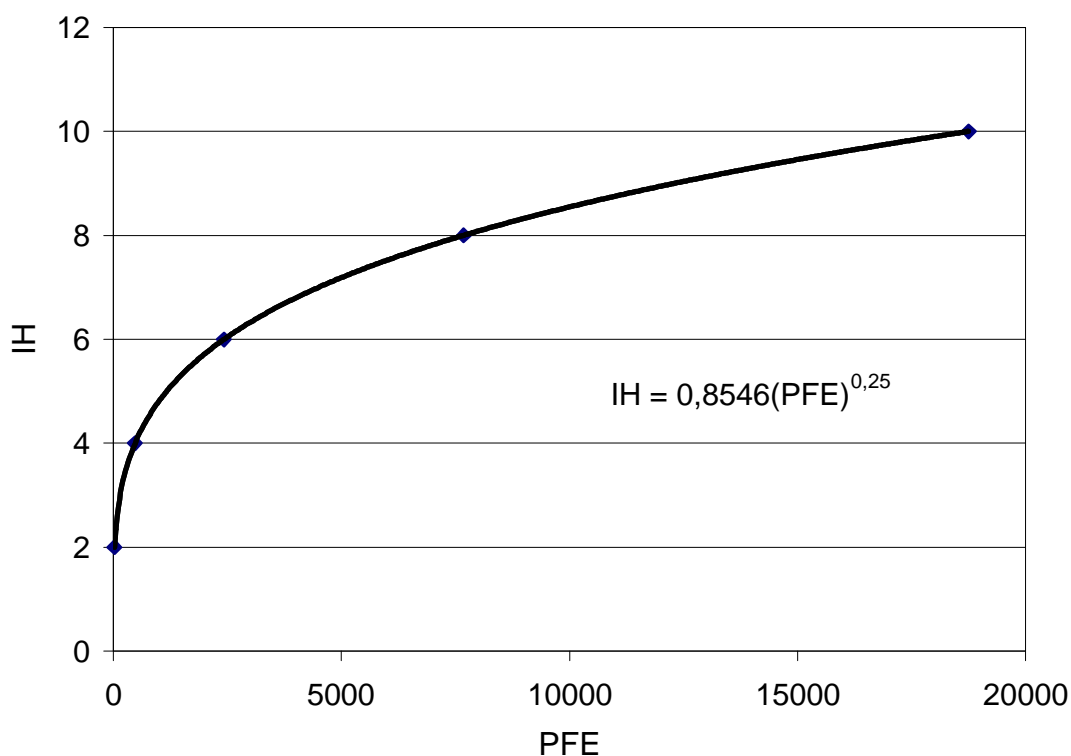


Figura 33 – Índice Hidrológico (IH) e a equação de redistribuição dos valores finais de cada estação em nota no intervalo de 0 a 10.

Uma eventual estação que recebesse a pontuação 18.750 seria classificada como com aptidão máxima (IH=10) para o critério índice hidrológico e aquela com pontuação 0 com condição

totalmente imprópria (IH=0). Os valores de IH entre 0 e 10 foram agrupados em 5 classes de aptidão, apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 – Distribuição do índice hidrológico(IH) em classes de aptidão para carcinicultura

Classes	(IH)	Peso da classe
Apta sem restrição	> 9,0	4
Apta com baixa restrição	7,5 – 9,0	3
Apta com média restrição	5,5 – 7,5	2
Apta com alta restrição	3,0 - 5,5	1
Imprópria	< 3,0	0

Na figura 34 estão representadas as classe de IH para todas as estações de coleta da área de estudo, na escala local. Esta informação foi utilizada para criar os “buffers” correspondentes à qualidade da água no ArcView, representados no mapa 15.

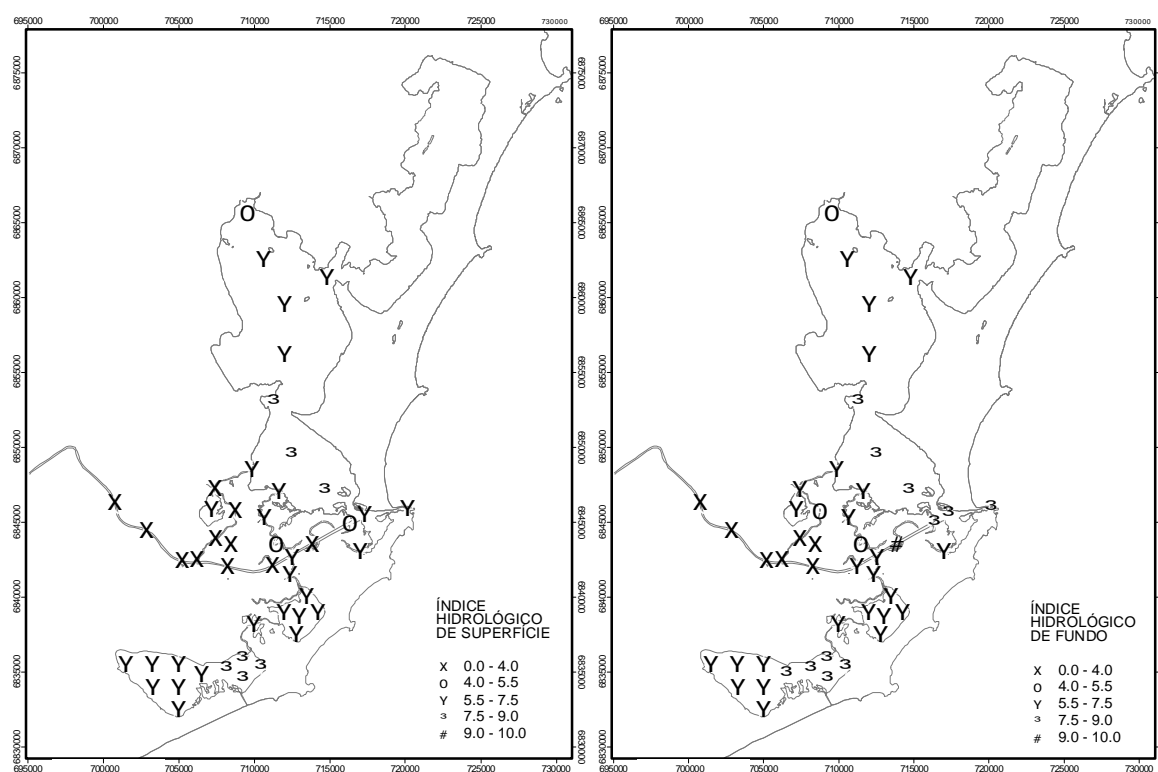


Figura 34 – Índice hidrológico indicando a qualidade de água para o cultivo de camarões marinhos no Complexo Lagunar, envolvendo a salinidade, oxigênio dissolvido, turbidez e pH.

Mapa 15 - Critério: Índice hidrológico - Escala local.

6.4 – Zoneamento das áreas com aptidão para o cultivo

Depois de completar a construção dos planos de informação (critérios), transformou-se estes PIs originais com formato vetorial em imagens raster (pixeis de 5 m). Neste processo, transferiu-se para cada pixel o valor dos atributos respectivos às áreas formadas pelas classes do critério.

A viabilidade final das áreas foi obtida através da multiplicação entre os pixeis dos planos selecionados (topografia, afastamento dos corpos de água, vegetação e uso do solo reclassificado, tipos de solos reclassificado, distância dos pontos de drenagem, distância da água de abastecimento e índice hidrológico), obtendo-se como produto final uma nova imagem com valores dos píxeis entre 0 e 256. A tabela 12 apresenta os planos de informação com a possibilidade dos valores das respectivas classes, formadas pelos diferentes critérios, e a pontuação que cada pixel poderá assumir quando multiplicado pelas classes de mesmo valor.

Tabela 12 – Distribuição de pesos para os critérios que integram a escala local.

Planos de informação		Peso (critério de exclusão)				
Topografia	0	1				
Vegetação e uso do solos reclassificado	0	1				
Afastamento dos corpos de água	0	1				
Critérios de Classificação		Peso (critérios de aptidão)				
Índice Hidrológico	0	1	2	3	4	
Tipos de solos	0	1	2	3	4	
Distância de drenagem	0	1	2	3	4	
Distância da água	0	1	2	3	4	
Pontos na imagem final	0	1	16	81	256	

Estes resultados foram utilizados para calcular a curva que representa a relação da pontuação com as classes de aptidão (Figura 35) e a equação utilizada para definir essas classes.

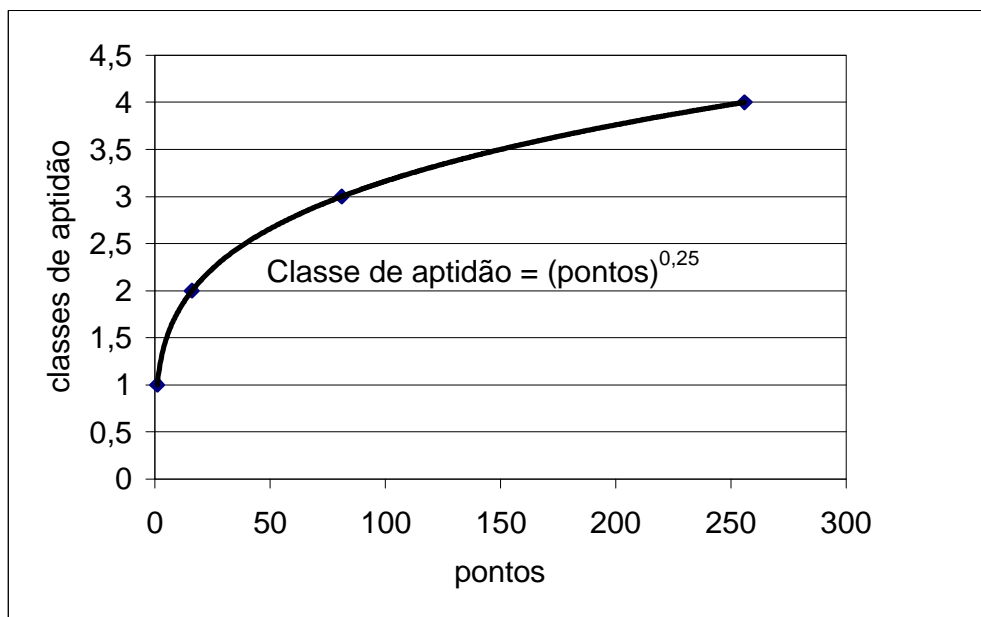


Figura 35 – Curva de redistribuição das classes de aptidão dos pontos obtidos na imagem final.

Como resultado do relacionamento dos diversos Planos de Informação, obteve-se o mapa 16 que apresenta as classes finais de aptidão para a implantação de fazendas de cultivo de camarões marinhos, na área de abrangência desta escala de trabalho.

O zoneamento permitiu estimar as áreas com diferentes aptidões para a implantação de fazendas de cultivo de camarões marinhos, indicadas no mapa 14. Os critérios utilizados para a classificação das áreas foram flexíveis, por isso os limites das classes indicam uma tendência da variação do ambiente, mostrando algumas facilidades ou mesmo dificuldades a serem esperadas quando da elaboração do projeto das fazendas de produção. A inexistência da classe apta sem restrição está associada ao tipo de classificação criado para o desenvolvimento deste trabalho e o resultado obtido na relação das variáveis escolhidas.

As classes de aptidão e a quantificação das áreas estão apresentadas na tabela 13.

Tabela 13 - Quantificação das áreas com os diferentes classes de aptidão.

Classes de Aptidão	Área total da classe (ha)	Área de viveiros da classe (ha)
Apta com baixa restrição	1.714	857
Apta com média restrição	3.040	1.520
Apta com alta restrição	388	194
Total das áreas	5.142	2.571

Mapa 16 - Zoneamento das áreas com aptidão para o cultivo de camarões marinhos - Escala local

A soma total das diferentes classes de aptidão resultou em de 5.142 ha, o que corresponde aproximadamente a 2.571 ha de lâmina de água. Este último dado está baseado nos índices de aproveitamento total para uma determinada propriedade. Considerou-se no cálculo a inclusão dos 20% de reserva legal, afastamentos, taludes, áreas de circulação, áreas para decantação e recirculação. Portanto, do total de área apta para o cultivo de camarões, apenas 50% correspondem ao espelho de água ou viveiros de cultivo, índices semelhantes são obtidos pelo PEDCC.

As áreas que foram classificadas como aptas com alta restrição são aquelas que estão mais distantes dos ambientes de drenagem e ou abastecimento, associadas à qualidade de água disponível para o abastecimento dos viveiros e o tipo de solo.

A classe apta com média restrição está indica da mesma forma sua relação com os critérios utilizado. Nesta condição é necessário que o uso conjunto destes ambientes seja integrado num planejamento, de forma a alocar canais de abastecimento e de drenagem coletivos. Esta ação modificará a classe de aptidão das áreas, após o planejamento.

Já as áreas classificadas como apta com baixa restrição são aquelas que estão servidas por ambientes de drenagem e abastecimento diferentes e quando da elaboração dos projetos são menos dependentes das outras áreas para a sua implantação.

O zoneamento definido pelo presente estudo levou em consideração os dados técnicos para uma definição na escala local das áreas com maior aptidão ao cultivo.

Entretanto, é previsto que algumas áreas consideradas como aptas ou impróprias para o cultivo no presente zoneamento possam ser reavaliadas, após estudos específicos de detalhe, e sejam re-enquadradas em outra categoria. Essa inclusão em classe de maior aptidão dependerá da evolução tecnológica dos cultivos e especialmente da capacidade organizacional do poder público e das comunidades para o planejamento do acesso coletivo ao recurso água salgada e das drenagens.

Fica claro que qualquer empreendimento de carcinicultura a ser implantado no município de Laguna é dependente de avaliação da área por técnicos responsáveis para a elaboração do projeto e principalmente, pelas instituições ambientais, para o seu enquadramento técnico e legal.

Deve-se também salientar que o conjunto de critérios selecionados representa uma entre várias abordagens possíveis para o zoneamento proposto. A revisão dos parâmetros selecionados e/ou inclusão de novos critérios resultará em produtos diferentes.

CAPÍTULO 7 - ESCALA DE IMPLANTAÇÃO DE FAZENDAS

7.1 – Introdução

Para a implantação das unidades de produção de camarões marinhos é imprescindível um conhecimento prévio das características das áreas que compõem a bacia hidrográfica e principalmente do estuário, que será utilizado como fonte de captação e liberação das águas de drenagem das fazendas. As características principais são: topografia, vegetação e uso do solo, tipo de solo, qualidade de água (inserção na bacia hidrográfica), facilidade para captação da água e drenagem, tipo de obras de engenharia previstas (balizadas na fase de planejamento e elaboração do plano de desenvolvimento da área selecionada para o cultivo de camarões) e restrições legais. Estes aspectos devem ser avaliados nesta fase, estando as informações indicadas no fluxograma da figura 23. Cartas topográficas, levantamento planialtimétricos, imagens e fotografias aéreas, processadas em um SIG disponibilizam as informações necessárias a esta etapa do processo de planejamento das áreas de cultivo.

A escala cartográfica de trabalho desta fase depende da base de dados disponível, sendo a escala 1:10.000 perfeitamente apropriada. O recente lançamento de satélites que geram imagens com até 1 m de resolução espacial (como o Ikonos), reforça os recursos potencialmente disponíveis para a análise nessa escala.

Para uma visão integral das áreas em potencial existe a necessidade de integração de diferentes escalas de trabalho, permitindo assim a inserção de um conjunto de unidades de produção em um contexto mais amplo. Isto possibilita uma melhor avaliação da dinâmica do meio físico e facilita a implementação de estratégias de gerenciamento dos recursos naturais.

A exemplo de outras atividades humanas, o cultivo de camarões tem criado muitos e diversificados impactos ambientais. A gravidade e o grau de significância destes impactos é extremamente variável dentro e entre os diferentes países, dependendo de fatores como a dinâmica do estuário, práticas de manejo e principalmente da natureza econômica do local (PRESTON, 2002).

Uma especial atenção deve ser dada à expansão da atividade, pois devido ao seu elevado e rápido retorno financeiro apresenta-se muito atraente, expandindo-se rapidamente. Este fato ocorreu em alguns países (por exemplo Equador e Tailândia) que por não terem programas de planejamento e regulamentação, criaram as condições para o desenvolvimento da atividade em áreas impróprias (como mangues e outras áreas de preservação).

Segundo a FAO (2001) os aspectos que reduzem os impactos ambientais podem ser

classificados pelo seu nível de importância e relacionam-se à seleção da área, ao tamanho das áreas, à assistência técnica, ao desenho dos projetos, ao tipo de engenharia, à tecnologia, à pesquisa realizada, ao treinamento de pessoal e ao nível de administração e operação da fazenda e da indústria. Estes critérios permitem orientar a implantação das unidades de produção, não considerando apenas a topologia da propriedade, mas avaliando a sua interação com as outras atividades e principalmente com a unidade espacial dela dependente.

Os recursos naturais básicos para a implantação do cultivo de camarões marinhos são a disponibilidade de água e o espaço físico. O manejo integrado com as demais atividades e com o próprio ecossistema permitirá assegurar o contínuo e futuro funcionamento das fazendas. A ocupação do espaço e a alteração da paisagem podem se tornar fatores relevantes no processo de planejamento, devendo levar em conta a aptidão natural da área e o zoneamento proposto pelo município. A infra-estrutura existente deve ser levada em consideração principalmente no que diz respeito às condições de acesso (estradas), de redes de energia elétrica, disponibilidade de insumos e serviços de comunicação. Estes itens além de facilitar a construção diminuem os custos de implantação dos projetos.

É importante também a regulamentação do setor produtivo nos diversos níveis da sociedade (comunidade, município, estado e país). Para se alcançar este patamar é necessária a participação dos órgãos responsáveis pela fiscalização e fomento da atividade. Desta forma, os impactos ambientais e sociais do cultivo de camarões podem ser minimizados, utilizando-se do planejamento e aplicando as boas práticas de manejo sugeridas pelo código de conduta criado pelos produtores e suas associações (ABCC, 2002).

O alcance do planejamento na escala de implantação depende da disponibilidade de dados e do conhecimento prévio das áreas selecionadas, que podem ser adquiridos nas escalas anteriormente apresentadas. Os projetos das unidades de produção devem ser enquadrados na legislação ambiental vigente, observando os requerimentos de Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) e a Licença Ambiental de Operação (LAO), (ver item 7.2).

A sustentabilidade e o sucesso da atividade dependem tanto do planejamento das áreas de expansão quanto da observação dos requisitos técnicos de manejo das unidades já em operação. Esta é a condição básica que pode garantir a saúde dos ambientes, necessária também para a vida sadia dos organismos, tanto no cultivo quanto no sistema natural do entorno. Neste contexto, o uso de Geotecnologias pode ser uma boa alternativa para apoiar a seleção de áreas de cultivo e permitir a organização dos dados nas fases de operação e monitoramento.

Resumindo, a implantação de uma unidade de produção deve permitir o pleno funcionamento

das unidades vizinhas com o mínimo de impacto ambiental. Na fase de implantação das fazendas as decisões tomadas influenciam, muitas vezes por definitivo, a operação da unidade de produção. A falta do planejamento pode inviabilizar o uso das áreas com potencial para expansão da atividade. O planejamento permite ainda que os impactos positivos da atividade produtiva sejam muito mais significativos do que os impactos negativos que venham a serem gerados.

7.2 - Aspectos legais

Os projetos das unidades de produção devem seguir os passos da legislação nacional (Resolução número 312 do CONAMA, 2002), respeitar o código florestal vigente, atender a legislação Estadual, enquadrar-se no plano diretor do município e ainda, no caso de Santa Catarina, atender as orientações do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões. A seguir apresentaremos as etapas e documentação necessária para o licenciamento da atividade.

Licença Ambiental Prévia (LAP):

1. Comprovação de propriedade, posse ou cessão de uso da área do empreendimento;
2. Requerimento da LAP;
3. Cópia da publicação do pedido da LAP;
4. Certidão de anuência da Prefeitura Municipal, e da Secretaria do Patrimônio da União, quando couber;
5. Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica, Social e Ambiental, inclusive EIA/RIMA ou EA, quando couber;
6. Cópia do pedido de outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
7. Registro no Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos naturais, emitido pelo IBAMA;
8. Certidão negativa de débitos financeiros de natureza ambiental e certidão negativa de infração ambiental administrativamente irrecorrível
9. Para Santa Catarina, laudo do IPHAN.

Licença Ambiental de Instalação (LAI)

1. Requerimento da LAI;
2. Cópia da publicação do pedido da LAI;

3. Cópia da publicação da concessão da LAP;
4. Projetos ambientais, inclusive os de tratamento de efluentes, de engenharia e quanto aos aspectos tecnológicos e metodológicos de todas as etapas do cultivo, e do pré-processamento e processamento, neste caso, quando couber;
5. Registro de aquícultor emitido pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento;
6. Plano de Controle Ambiental - PCA;
7. Cópia do documento de outorga de direito de uso dos recursos hídricos;
8. Autorização de desmatamento ou de supressão de ecossistemas naturais, expedida pelo órgão ambiental competente, quando for o caso.
9. ART do Projeto.
10. ART de execução.

Licença Ambiental de Operação

1. Requerimento da LAO;
2. Cópia da publicação do pedido da LAO;
3. Cópia da publicação da concessão da LAI;
4. Licença Ambiental de cada um dos laboratórios fornecedores das pós-larvas;
5. Programa de Monitoramento Ambiental - PMA.
6. Enquadramento no Programa Estadual o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões, para o Estado de Santa Catarina.

7.3 – Material necessário para o planejamento e elaboração do projeto

O conhecimento do meio físico, através de dados coletados em séries temporais passadas, permite identificar as suas características particulares que decidirão de forma direta no planejamento das fazendas de cultivo. Além das informações sócio-econômicas e interpretação de fotos aéreas, o levantamento do cadastro técnico das propriedades, bem como o levantamento topográfico da área de interesse, são também necessários.

7.3.1 - Fotos aéreas e sobrevôo

Este recurso permite identificar as feições do terreno e classificar a vegetação e uso do solo. Sua escala adequada é 1:20.000, com possibilidade de ampliação para a escala 1:5.000.

A maior dificuldade encontrada foi a inexistência deste material junto aos órgãos de planejamento e meio ambiente. Neste trabalho foram utilizadas fotos aéreas obtidas no voo de abril de 2002, contratado especificamente para possibilitar o desenvolvimento do planejamento e elaboração de projetos nesta escala de detalhe.

As fotos oblíquas, obtidas com câmaras fotográficas comuns, auxiliam na identificação de algumas feições do terreno, na classificação da vegetação existente e no levantamento detalhado do uso atual do solo.

7.3.2 - Cadastro técnico das propriedades

Foi realizado o cadastro técnico, com auxílio de estação total, de todas as propriedades da comunidade de Campos Verde onde está inserida a área da COOPERSANTA, Cooperativa de Produção formada por 42 pescadores das comunidades de Santa Marta e Campos Verde.

Com base no limite das propriedades, realizou-se o levantamento planimétrico da área total, marcando desta forma os divisas. O resultado desta etapa está indicado no mapa 17.

Os diferentes estudos e a tecnologia disponível permitiram o planejamento da área integral da Comunidade de Campos Verde juntamente com a área de 155,30 ha de propriedade da COOPERSANTA.

Além dos limites físicos das propriedades, foram obtidos os dados cadastrais de todos os proprietários, os quais foram utilizados para orientar os contatos e identificar o interesse de uso futuro das áreas levantadas. Com base no limite das propriedades e na topografia destas, foi definida a possibilidade de implantação de canais coletivos de abastecimento e drenagem.

Mapa 17– Cadastro físico das propriedades na escala de implantação. Comunidade de Campos Verdes, Município de Laguna – Santa Catarina.

7.3.3 - Planta topográfica

Para identificar as características topográficas específicas da área de estudo, foi realizado o levantamento topográfico plani-altimétrico da área pertencente a COOPERSANTA e dos percursos hídricos mais adequados para abrigarem os futuros canais coletivos de drenagem e abastecimento. O resultado deste levantamento pode ser visto na figura 36.

As áreas classificadas como aptas para o cultivo estão entre os níveis de 1 a 6 m acima da maré baixa. Os terrenos com menor declividade facilitam a construção dos viveiros; o corte e aterro do terreno, o nivelamento, a instalação do sistema de bombeamento, a diminuição de tempo e o custo de implantação.

É importante frisar que as áreas baixas com dificuldade de drenagem, além de ter os custos de construção aumentados, criam restrições de manejo, o que pode levar à falência dos empreendimentos instalados neste tipo de ambiente (FAO, 2001 e WORLD BANK *et al.*, 2002).

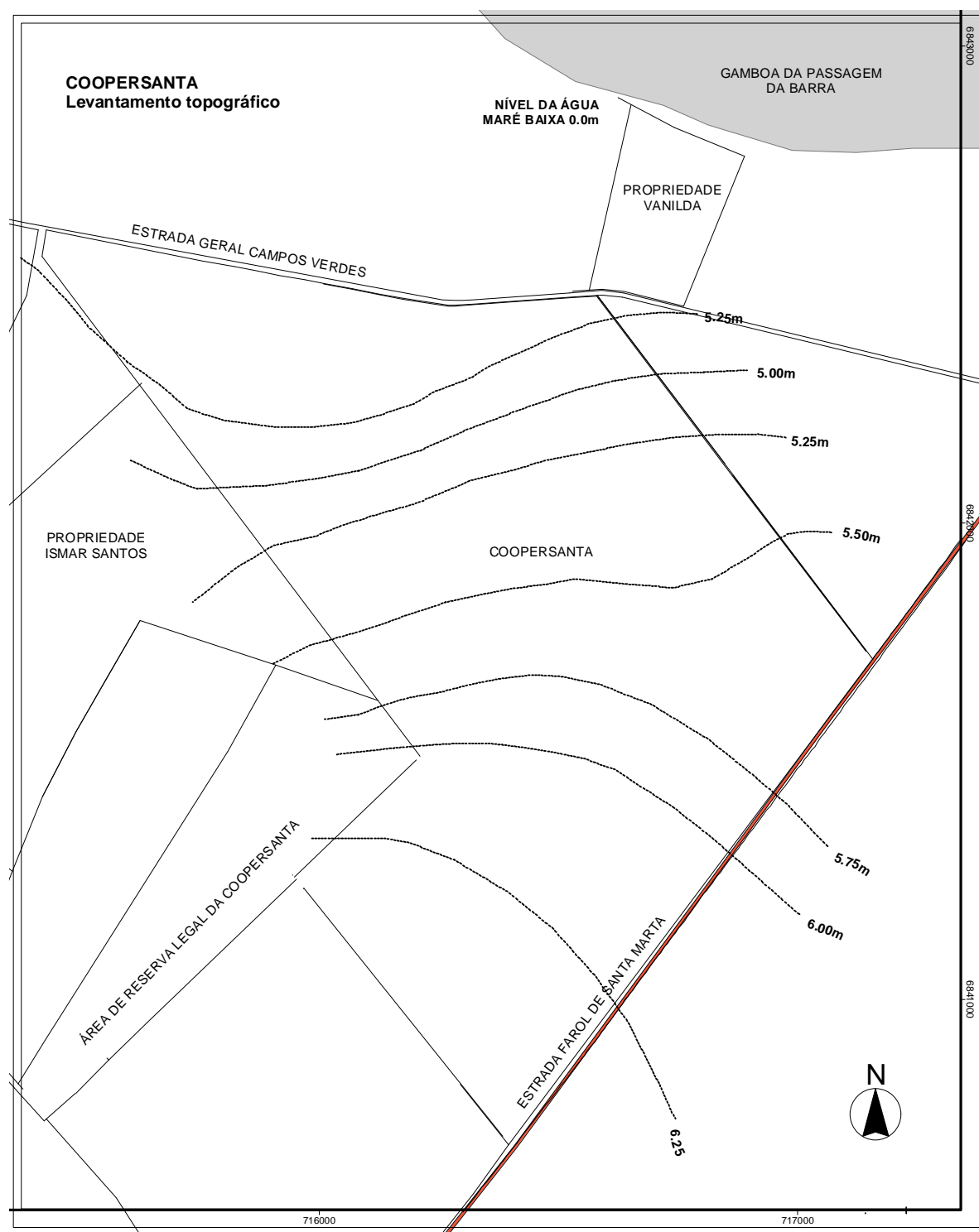


Figura 36 – Planta topográfica da propriedade da COOPERSANTA.

7.4 - Critérios selecionados para planejamento e elaboração do projeto das unidades de produção

Os critérios selecionados para compor a fase de elaboração de projeto tiveram como base o conhecimento das necessidades técnicas da área de estudo e foram apresentados no item 7.1.

Os critérios escolhidos coincidem com as sugestões de PRESTON *et al.* (2002), os autores reforçam a importância destes parâmetros como base fundamental na minimização dos impactos e na sustentabilidade da atividade.

O desenho de uma unidade de produção deve levar em consideração os limites de tamanho dos viveiros (de 1 a 7 ha), o posicionamento das comportas de abastecimento e escoamento e ainda as possibilidades de locação dos canais de abastecimento e escoamento que definem o local de captação e destino da água utilizada.

Os projetos só devem ser elaborados após o conhecimento prévio destas informações e da obtenção da LAP, que confirmará a pertinência da área e indicará os requisitos que deverão ser respeitados na fase de implantação.

7.4.1 - Levantamento plani-altimétrico na escala 1:10.000

Para a implantação de fazendas, é necessário um levantamento topográfico na escala 1:10.000. A planta deve conter os pontos cotados em malha regular, estar georreferenciada, indicar as cotas de nível da água (maré mínima e máxima), estabelecer os limites das propriedades, áreas de preservação permanente e reserva legal (RL). Na figura 37 temos um exemplo de uma planta topográfica com estas características.

Os dados da topografia servem de base para orientação da localização dos viveiros, canais de abastecimento e drenagem, taludes, comportas de abastecimento e drenagem, estação de bombeamento e das instalações complementares. A consistência do projeto de engenharia depende da precisão destas informações, as quais atribuem ao projeto a qualidade técnica para sua implantação, permitindo sua execução com menor probabilidade de erros e menor custo. O sucesso do empreendimento depende principalmente da aplicação com eficiência das boas práticas de manejo, recomendadas pela FAO, definidas pela qualidade técnica do projeto e que são levadas a cabo pelo PEDCC.

7.4.2 – Cobertura vegetal e uso atual do solo

As informações contidas neste plano permitem a delimitação precisa das áreas e a sua aptidão de uso. As áreas próprias para ampliação da atividade são aqueles terrenos já utilizados com a atividade agro-pastoril ou com vegetação rasteira pioneira. Áreas consideradas impróprias são aquelas protegidas por lei, cobertas por vegetação de preservação permanente como manguezais, dunas, vegetação de restinga, floresta ombrófila densa e vegetação ciliar.

7.4.3 - Solos

O tipo do solo é importante para a construção de viveiros de aquicultura, não só devido a sua importância na produtividade e qualidade da água, mas também pela grande influência na construção dos taludes e formação do fundo dos viveiros. Deve-se considerar a capacidade de retenção de água, textura, fertilidade natural e pH (MEADEN, 1998). Ainda evitam a invasão de água salgada no lençol freático. Os solos argilosos favorecem a construção dos taludes, diminuindo a declividade das taipas e reduzindo os custos de movimentação de terra. Os solos arenosos aumentam a necessidade de controle da infiltração da água, necessitando especial atenção para o estabelecimento de diques com base mais ampla e menos inclinação dos taludes.

7.4.4 - Qualidade de água

O estuário deve ter quantidade e qualidade de água salgada suficiente para o abastecimento dos viveiros projetados, garantindo uma flutuação mínima dos parâmetros químicos e físicos da água. Quanto à qualidade pode-se destacar como mais importantes os parâmetros: salinidade, pH, oxigênio dissolvido, temperatura, material em suspensão e também a produtividade primária (estimada a partir da clorofila), além da ausência de metais pesados e agrotóxicos (BOYD, 1990). É essencial considerar as condições de drenagem da área, tanto ao nível do lençol freático, que deve permitir a drenagem completa do solo, como do sistema de escoamento dos viveiros e direcionamento dos canais que possibilitem o isolamento das áreas cultivadas para não permitir o re-bombeio das águas já utilizadas pelas fazendas adjacentes. Preferencialmente, os locais de captação de água devem ter localização oposta ao sistema de drenagem.

7.4.5 - Captação e drenagem da água

A escolha dos locais para implantação dos canais de abastecimento e drenagem depende das configurações do estuário e sua comunicação com as áreas potenciais a serem utilizadas para implantação das unidades de produção. Conforme salienta o documento da FAO (2001), esta fase do planejamento é decisiva para garantir a sustentabilidade da atividade em todas as unidades de produção.

Realizaram-se para o presente estudo campanhas de amostragem de água para conhecimento dos parâmetros físicos e químicos que possibilitaram entender a dinâmica de circulação do Complexo Lagunar (Capítulo 3). Com base nestas informações, auxiliadas pelos dados cadastrais e pelo levantamento plani-altimétrico da área de estudo, elegeu-se os melhores locais em condições de abrigarem os canais de abastecimento coletivo da área e os canais coletivos de drenagem.

7.4.6 - Restrições legais

No planejamento do conjunto de propriedades considerou a legislação municipal, atendendo o Plano Diretor Municipal no que diz respeito ao direito de propriedade, afastamento de rodovias e dos vizinhos.

A atividade de cultivo de camarões conta hoje com uma normativa ao nível estadual que enquadra as exigências necessárias para a implantação das unidades de produção de camarões marinhos complementadas pela nova resolução do CONAMA 312(2002), que define com clareza as etapas necessárias para o seu enquadramento legal. Este fato reforça a necessidade do planejamento conjunto das unidades de produção não considerando apenas a atividade envolvida, mas integrando-as com todas as demais atividades que utilizam os recursos costeiros. Para isso, não basta apenas o conhecimento específico da legislação, é necessário adquirir informações da unidade espacial (bacia hidrográfica e sua fisiográfica), integrando-as de forma a entender-se os diferentes aspectos ambientais envolvidos, correlacionando-os com as necessidades sociais das comunidades envolvidas neste processo.

É importante frisar a necessidade de se atender os procedimentos legais para implantação de qualquer unidade de produção, mediante a tramitação dos processos para avaliação e obtenção das licenças pertinentes.

Para o planejamento integrado, também o licenciamento ambiental de todas as modalidades

produtivas, para que as unidades de produção não sejam afetadas por poluentes oriundos de outras atividades sem controle.

7.5 – Planejamento das unidades de produção

Com base nos critérios citados anteriormente foi elaborado o projeto de engenharia para cada propriedade localizada na área selecionada para a presente pesquisa. O exemplo apresentado no anexo 1, fundamentou o processo de planejamento e os procedimentos adotados para quantificar e localizar as unidades de produção de cada propriedade. A obtenção do cadastro das propriedades, as fotos aéreas, o levantamento topográfico e as informações sobre a dinâmica do estuário serviram como base para a elaboração do projeto de infra-estrutura de cada empreendimento, constituído pelo Projeto Técnico, Plano de Controle Ambiental e Plano de Monitoramento Ambiental. Em sua realização tomou-se como base os procedimentos adotados pela equipe de projeto do PEDCC, usando-se como exemplo para apoiar esta fase do planejamento o projeto da COOPERSANTA no seu primeiro módulo (mapa 18), que será apresentado o projeto no ANEXO 1. Considerou-se importante apresentar o projeto completo, pois este ajudará a entender melhor a atividade e os fatores que devem fazer parte da concepção de cada unidade de produção e principalmente a influência que estes exercem no planejamento integrado de uma área.

Mapa 18 - Inserção da área da COOPERSANTA no conjunto de propriedades.

7.6 – Resultado do planejamento integrado das unidades de produção

O resultado final do planejamento está sintetizado no mapa 19, onde observa-se a distribuição das propriedades com uma proposta de implantação das possíveis unidades de produção. A integração das áreas selecionadas como reserva legal e o afastamento dos canais de drenagem criando uma possibilidade de recuperação de pelo menos 20 por cento da área total para investir na regeneração da vegetação nativa e também na proteção de algumas espécies de animais que poderão habitar aquele espaço. O principal resultado deste planejamento é a possibilidade de visualizar a área integralmente, permitindo considerar todas as necessidades do processo produtivo com suas vantagens e desvantagens dentro do mesmo espaço. Com isto, além dos fatores técnicos foram abordados também os diferentes parâmetros que afetam a atividade direta e mesmo indiretamente, os quais serão discutidos neste item.

No planejamento integrado de um conjunto de áreas, precisa-se considerar as possibilidades de desenvolvimento sócio-econômico para a comunidade e ao mesmo tempo proteger o meio ambiente. Assim, a carcinicultura deve ser considerada como apenas uma das alternativas de desenvolvimento regional.

O cultivo de camarões, quando comparado com outras atividades econômicas se sobressai pelos altos índices de geração de emprego e renda. MADRID (1999), comparou o cultivo de camarões com a produção de gado de corte no cerrado brasileiro e destacou que 1 ha de camarão equivale a 40 ha de cerrado para produzir o mesmo valor de receita bruta. Ao comparar com os diferentes itens da agropecuária, afirmou que apenas a fruticultura gera emprego e renda similares à carcinicultura. O turismo que vem evoluindo rapidamente no mundo, normalmente não compete com as áreas adequadas para a produção de camarões. Ao contrário, o turismo pode ser beneficiado pela disponibilidade de produto de alta qualidade para a culinária local.

O município de Laguna, com cerca de 800 ha de viveiros, que representam 2% da área do município, teve a sua renda bruta per capita aumentada em 100%, apenas por conta da produção de camarão (ANDREATTA *et. al.*, 2002). Mesmo considerando que em Laguna o tamanho médio das fazendas é de 10 ha (pequeno empreendimento), 80 empreendimentos estariam diretamente beneficiados pela atividade. Também não pode ser desconsiderado o número de empregos diretos que a atividade gera (um por ha), os empregos indiretos e toda a circulação financeira que, de uma forma ou outra, beneficia o município e os diferentes

setores da economia local.

Salienta-se que, mesmo considerada a dimensão da capacidade financeira da atividade, ela não pode ser eleita como única e exclusiva fonte de renda do município e ao mesmo tempo não deve atrapalhar outros setores de desenvolvimento.

Para o desenvolvimento da indústria é fundamental que o cultivo de camarão tenha água salgada disponível e de boa qualidade, bem como espaço de viveiros para a realização de fotossíntese, itens considerados fundamentais no desenvolvimento da carcinicultura.

A água, que é elemento fundamental para o conforto dos animais e para a produção de alimentos naturais, tem importância básica e é um bem que precisa ser preservado. A produção em terra firme pressupõe a necessidade de recalque de grandes volumes de água, o que limita os terrenos com alturas manométricas próximas aos 6 m do nível da maré média (ANGELL, 1998).

Considerada a necessidade de produção de fotossíntese, a unidade de cultivo (viveiro) precisará ser ampla (de 1 a 7 ha) e por este motivo a atividade ocupa consideráveis extensões de terras. Por outro lado pode, pela autodepuração promovida pela fotossíntese e produção bacteriana, promover a melhora da qualidade da água e o incremento da diversidade biológica pelo estímulo do início da produção primária.

No planejamento, a questão espacial, a adução de água salgada e a drenagem assumem prioridade como elementos decisivos na estrutura e funcionamento das unidades de produção e principalmente, no relacionamento com as demais atividades e o próprio meio.

Outros fatores como a caracterização dos solos, vegetação, topografia, áreas de recuo e ou de preservação permanente acabam sendo orientados pela sua viabilidade técnica e legal, com importância relativa a cada unidade de produção. O primordial é planejar bem aquilo que é essencial e que não pode ser facilmente modificado no futuro. Por isso a adução, a distribuição de água planejadas para as diferentes propriedades e o recolhimento comunitário das águas de drenagem precisam ser bem estudados porque dificilmente poderão ser alterados. Este processo assume maior importância quando as propriedades são constituídas por pequenos empreendimentos, que poderiam formar no todo o que chamaríamos de grande propriedade.

Na definição da adução, distribuição e liberação da água, devem ser bem estruturados os estudos sobre a dinâmica hídrica da região, cujos dados para este caso estão discutidos no capítulo 3.

O conhecimento técnico das necessidades de manejo de cada unidade é essencial para nortear a classificação das áreas aptas e descartar as áreas que terão maiores dificuldades para o manejo e controle das enfermidades. Como exemplo destacamos as áreas muito baixas (de

banhado) que oferecem dificuldades para a construção e são mais complexas para o manejo das despescas e para procedimentos das desinfecções necessárias.

O planejamento deve dar conhecimento dos custos operacionais que implicarão na competitividade da unidade de produção. Assim, áreas que necessitam de recalques com alturas manométricas superiores a 8 m demandarão maiores gastos de energia e exigirão sistemas de bombeamento mais estruturados e caros.

As propriedades dos solos também ajudarão o planejador a eliminar áreas impróprias. Como exemplo, terrenos muito turfosos que são mais complexos para a construção, são em geral muito ácidos e podem oferecer problemas durante os ciclos de produção. Também terrenos muito arenosos (dunas) com grande facilidade de erosão eólica e infiltração intensa da água podem não ser classificados como aptos, devido à maior atenção para a engenharia de construção, além do que, muitas vezes, algumas destas áreas se encontram em locais de preservação permanente.

As reservas legais e áreas de preservação e os afastamentos não devem ser respeitados apenas pela exigência legal. Devem ter uma função tampão para a condição paisagística do local e devem exercer a função conservacionista da flora e da fauna local.

No planejamento de uma gleba se sugere que as várias áreas de reserva legal e de preservação permanente de todas as propriedades sejam alocadas formando corredores ligados às áreas de afastamento para garantir a circulação de espécies animais que poderão ter funções importantes para a flora, para o solo e ainda para a preservação da biodiversidade. Todavia, a adequada localização dos empreendimentos, o planejamento da gleba e os projetos bem elaborados são insuficientes para a sustentabilidade da atividade.

Na escala de implantação foram definidos os aspectos mais importantes para o planejamento, destacando-se a posição dos canais coletivos de abastecimento e drenagem da água, o desenho das unidades de produção em cada propriedade e a localização das áreas de preservação. Estimou-se, que em média, até 50% da área total das propriedades poderá ser aproveitada como área útil de cultivo. O restante corresponde às áreas de reserva legal, afastamentos, preservação permanente, canais de recirculação e tanques de tratamento de efluentes.

A plenitude do planejamento somente poderá ser atingida quando a escolha do local e a engenharia puderem ser complementadas pela educação, treinamento e aplicação do código de conduta da atividade (BOYD, 1999).

Utilizando o mesmo geossistema, a associação de produtores precisa ter o seu próprio código de conduta, onde são estabelecidos procedimentos e limites com vistas ao bem comunitário. Sempre este código de conduta deve emanar dos anseios dos produtores e não do setor

público. Portanto, deve ser definido e administrado por eles próprios e monitorados pelo setor público.

A gestão ambiental dentro de cada unidade de produção, que no futuro será exigida para a certificação, apenas poderá ser realizada com um trabalho contínuo de educação e treinamentos específicos, tanto para uma produção mais ecológica ou orgânica, quanto para a própria eficiência dos sistemas de produção. Também será importante para preservação da vida nas áreas de preservação associadas ao monitoramento integrado do setor produtivo e do ambiente natural (mapa 20).

Nesta direção a Universidade Federal de Santa Catarina, enquadrada no Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões, oferece treinamento específico na Estação Experimental Yakult, onde conta com uma fazenda de produção de camarão de 23 ha junto a uma área de preservação de 333 ha.

Para completar o planejamento é indispensável que seja realizado um monitoramento ambiental integrado, onde cada unidade de produção será acompanhada de pontos internos de amostragem, a exemplo do monitoramento da unidade no anexo 1.

Ao mesmo tempo, pontos externos, nos canais coletivos de adução e drenagem, podem oferecer dados concretos sobre a qualidade da água que chega nas unidades de produção e a qualidade dos efluentes que saem.

Também, estações de coletas estrategicamente colocadas no ambiente circundante (receptor da água utilizada) darão importantes subsídios para avaliar a qualidade, medir as alterações e detectar a interferência de outras atividades econômicas e ou as próprias alterações que a produção de camarões, ainda que conduzida de forma adequada, poderão estar proporcionando.

Mapa 19 – Resultado do planejamento para implantação das fazendas na comunidade de Campos Verdes.

Mapa 20 – Pontos de amostragem para monitoramento integrado – Escala de Implantação.

CAPÍTULO 8 - GERAÇÃO DE UM SIG ASSOCIADO A BANCO DE DADOS RELACIONAL PARA ACOMPANHAMENTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO

8.1 - Estruturação do SIG

A estruturação do SIG possibilitou a integração dos dados de produção aos parâmetros ecológicos e ambientais, tanto dos viveiros de produção quanto das áreas de entorno. A espacialização das informações permitiu aplicar análises estatísticas e relacioná-las com as representações espaciais. Os dados de saída formam uma base de informações capaz de auxiliar os produtores, técnicos e órgãos envolvidos na atividade.

Visando a organização das fazendas de cultivo de camarões marinhos em sistemas aquáticos abrigados no Estado de Santa Catarina, e tendo como objetivo fornecer uma base de gerenciamento para o monitoramento futuro, este trabalho propôs a estruturação de um banco de dados especializados, organizados em ambiente SIG, no qual são reunidas informações sobre as fazendas e a sua relação com o ambiente natural de entorno.

O método utiliza dados cartográficos básicos e temáticos, dados descritivos e numéricos arranjados de acordo com a escala geográfica de interesse, para produzir indicadores qualitativos e quantitativos do ambiente e da atividade econômica, referentes as áreas adjacentes e as próprias fazendas de cultivo de camarões.

O banco de dados foi estruturado num ambiente de SIG (Arc-View 3.2), contendo três linhas temáticas:

- 1 - Eficiência da produção: proprietário, área da fazenda, ciclos por ano, densidade de pós-larvas, consumo de ração, tempo do cultivo, peso médio do camarão, produção total por ciclo.
- 2 – Práticas de manejo: renovação de água, potência de aeradores, características da alimentação, controle da qualidade da água e manejo do solo.
- 3 – Controle ambiental e monitoramento (água de bombeamento, efluentes e estuário): salinidade, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, material em suspensão, DIN, PO₄, SiO₂.

8.2 - Mapeamento das unidades de produção

Utilizando as bases cartográficas desenvolvidas para o zoneamento e planejamento das áreas aptas para o cultivo de camarões, foi possível cadastrar todas as propriedades de do sul do

Estado de Santa Catarina. Tomando como base os projetos desenvolvidos e aprovados pelos órgãos ambientais e com o auxílio das fotos aéreas, foi criado um polígono georreferenciado para cada viveiro. Estes polígonos foram desenhados com auxílio do programa ArcView 3.2, estruturado para ser relacionado ao banco de dados criado pelo Programa Estadual do Desenvolvimento do Cultivo de Camarões (EPAGRI, UFSC), conforme mapa 21.

Estas informações estruturadas podem gerar diferentes relatórios com base nas necessidades e interesse da consulta, servindo para orientar e avaliar o processo produtivo bem como criar as condições para análise dos dados de forma integrada ao ambiente natural. O mapa 22 identifica os pontos para amostra de água na composição do monitoramento conjunto das unidades de produção e do ambiente natural.

O preenchimento da tabela de atributos com um código de identificação do polígono, permitiu relacionar as informações disponíveis em banco de dados com os polígonos dos viveiros já mapeados e georreferenciados.

8.3 - Formação do banco de dados de produção

Para criação do banco de dados de produção e dados ambientais, foram utilizadas as informações registradas pelo PEDCC desde o ano de 1998. Foi desenvolvido um software com o objetivo de criar um cadastro das propriedades existentes no Estado de Santa Catarina e organizar os dados de produção e ambientais disponíveis. Este programa está sendo utilizado para auxiliar o controle de povoamento das fazenda e principalmente planejar a produção de pós larvas, ajustando-a com a demanda específica do Estado.

Os dados foram estruturados neste software, incluindo-se um campo chave para permitir associação com a tabela de atributos anteriormente citada.

Mapa 21 – Mapeamento das unidades de produção da região sul do Estado de Santa Catarina

Mapa 22 – Mapeamento dos pontos de amostragem para monitoramento integrado.

8.4 - Análise e interpretação dos dados de produção

A espacialização dos dados pode ser viabilizada com a utilização do SIG, através do mecanismo de armazenamento dos dados e a atualização de todos os Planos de Informação relevantes às fazendas, viveiros e ambiente de entorno. O modelo conceitual foi definido para suportar as necessidades regulares dos sistemas de produção e principalmente do monitoramento durante a fase de operação.

Além de permitir a organização das informações, o modelo mostra alternativas práticas e eficientes na sua disponibilização. Decorrido um período maior de tempo, será possível formar uma série temporal da qual poderá se fazer avaliações do andamento do processo produtivo e principalmente relacionar o desempenho real da atividade com o comportamento das variáveis ambientais disponíveis, a exemplo do mapa 23.

Os resultados adquiridos e armazenados desde 1998 estão disponíveis em formato de relatório digital, permitindo identificar e relacionar a produção com os dados de monitoramento, fazendo-se o relacionamento das informações de cada fazenda ou área de interesse específico.

Várias saídas gráficas e janelas de visualização poderão ser geradas num mapa base, com sobreposição dos dados armazenados a exemplo das figuras 37 e 38.

Os componentes do mapa base consiste nas camadas de linha de costa, divisão administrativa, imagens de satélite, fotos aéreas, hidrografia, altimetria, rodovias e limite das fazendas.

Mapa 23 – Classificação das unidades de produção por produtividade por ha por no ano (2001).

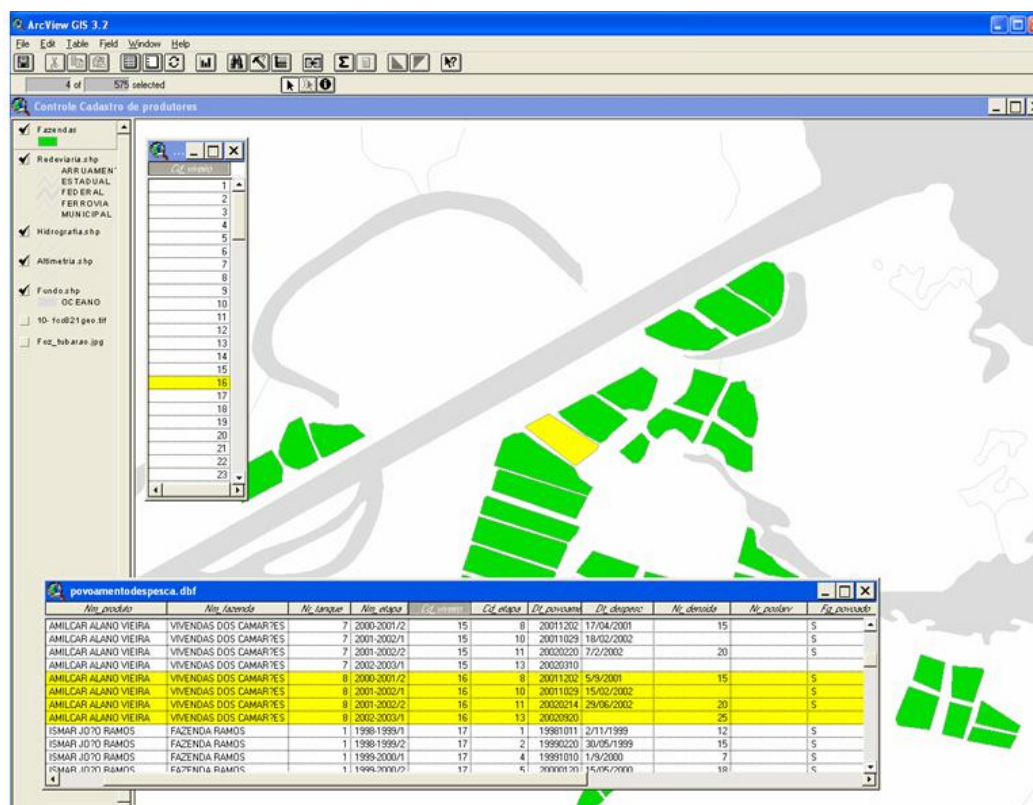


Figura 37 – Exemplo da visualização obtidos em tela da integração dos dados de produção com a espacialização das unidades de produção.

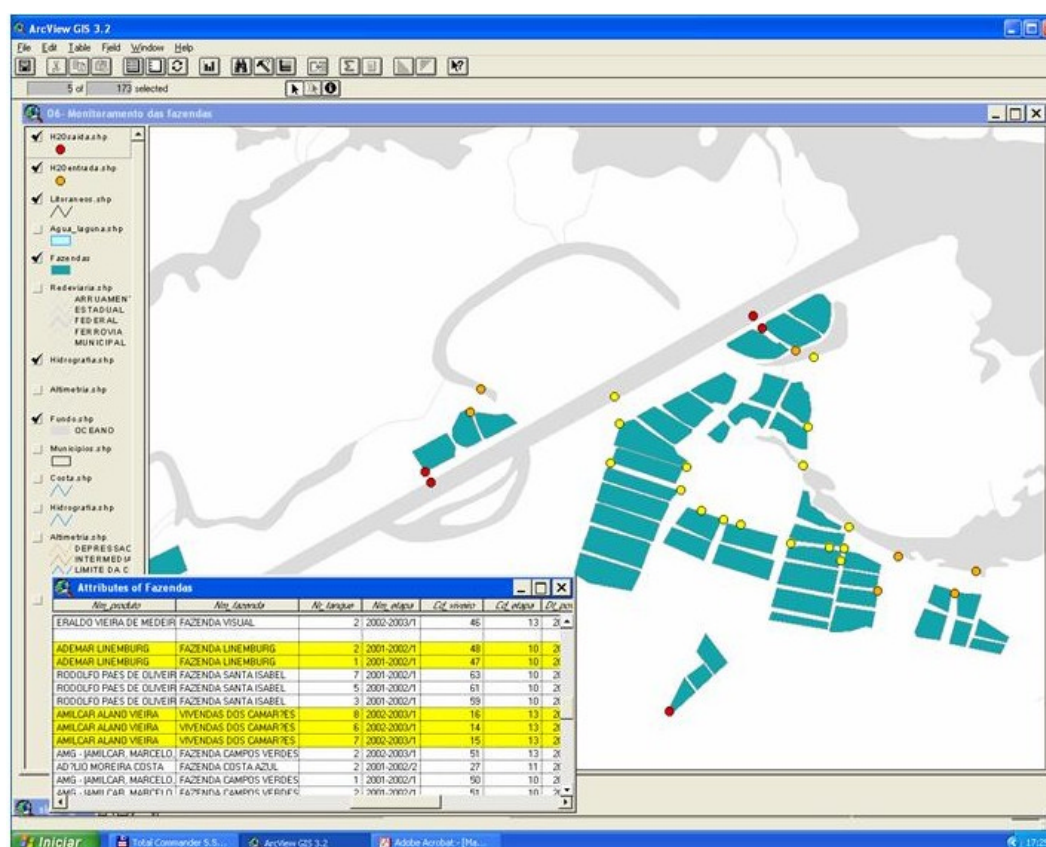


Figura 38 – Exemplo da visualização obtida em tela da integração dos dados de monitoramento associado ao ambiente e as unidades de produção.

SÍNTESE DA SEÇÃO III

Realizou-se o estudo de seleção de áreas em três escalas: regional (1:250.000), local (1:50.000) e de implantação das unidades de produção de camarões em viveiros de cultivo (1:10.000). As fontes de dados utilizadas para as diferentes etapas deste trabalho consistiram na consulta a dados pretéritos, mapas temáticos, imagens de satélite, fotointerpretação, manuseio de bases cartográficas e levantamentos de campo.

A escala regional permitiu a identificação das áreas viáveis para posterior seleção de sítios nas escalas local e de implantação, utilizando os critérios: relevo, delimitação das unidades de conservação e disponibilidade de água salgada.

Para a escala local os critérios utilizados na classificação das áreas foram: qualidade da água para abastecimento dos viveiros, facilidade de captação e drenagem da água, topografia, tipos de solo, vegetação e uso do solo e restrições legais. Estes critérios constituíram Planos de Informação em um SIG e foram integrados através da aplicação de técnicas de Geoprocessamento. Esta metodologia permitiu quantificar as áreas com aptidão para o desenvolvimento da carcinicultura no município de Laguna. Como resultado final para esta escala foi proposto um mapa de zoneamento para a atividade, identificando-se 1.714 ha de áreas classificadas como “aptas com baixa restrição”, 3.040 ha como áreas “aptas com média restrição” e 388 ha como áreas “aptas com alta restrição”.

Na escala de implantação foram definidos os aspectos mais importantes para o planejamento, destacando-se a posição dos canais coletivos de abastecimento e drenagem da água, o desenho das unidades de produção em cada propriedade e a localização das áreas de preservação. Estimou-se, que em média, até 50% da área total das propriedades poderá ser aproveitada como área útil de cultivo. O restante corresponde às áreas de reserva legal, afastamentos, preservação permanente, canais de recirculação e tanques de tratamento de efluentes.

Como complemento ao planejamento da atividade, estruturou-se um banco de dados associado a um SIG para apoiar os órgãos de fomento, de controle ambiental e acompanhamento da produção.

SEÇÃO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

CAPÍTULO IX – CONCLUSÕES

1 – Os dados dos levantamentos de campo e aqueles adquiridos através de Sensoriamento Remoto, após integração e análise por meio de técnicas de Geoprocessamento, constituíram uma base adequada e eficiente para a seleção de áreas a serem destinadas ao desenvolvimento da carcinicultura.

2 - Na escala regional foi possível identificar eficientemente as unidades da paisagem viáveis à carcinicultura e portanto merecedoras de investigação em escala de maior detalhe.

3 – Com o estudo do comportamento hidrodinâmico do Complexo Lagunar observou-se que o curso inferior do Rio Tubarão apresenta velocidades de corrente que facilitam a dispersão dos efluentes para a Lagoa de Santa Antonio, próximo a desembocadura deste rio. As velocidades de corrente no Canal da Barra de Laguna, por sua vez, também facilitam as trocas entre as águas interiores e marinhas, com resultante para fora do estuário.

4 – A estruturação de diferentes Planos de Informação, segundo os temas propostos, foi apropriada para a montagem do Sistema de Informação Geográfica nas três escalas aplicadas.

5 - O detalhamento de escala e a revisão dos critérios de seleção conduziu a uma sensível diminuição das áreas adequadas ao cultivo da escala regional para a local.

6 - O SIG mostrou-se adequado para selecionar e espacializar as áreas próprias para a carcinicultura, tendo por base os critérios: possibilidades de captação e liberação de água salgada, tipos de solo, topografia, vegetação e uso atual do solo, restrição legal e disponibilidade de água.

7 – O processamento dos dados em ambiente SIG permitiu integrar as variáveis, mantendo a relação de peso entre elas, e demonstrou ser um recurso adequado para a classificação das áreas com maior ou menor aptidão ao cultivo.

8 – O município de Laguna dispõe de 5.142 ha de áreas com aptidão para a implantação de fazendas de camarão. Deste total, estima-se que apenas 2.571 ha poderão ser transformados em viveiros de produção. Atualmente encontram-se em operação 600 ha (25% do total).

9 - Do total de áreas aptas para a carcinicultura presentes no município de Laguna, 1.714 ha foram classificados como áreas aptas com baixa restrição, 3.040 ha como aptas com média restrição e 388 ha como aptas com alta restrição.

10 – O planejamento integrado das unidades de produção, especialmente onde a adução de água e drenagem são coletivas, permite a viabilização de todas as propriedades de um conjunto, garantindo a permanência dos pequenos produtores rurais e pescadores no campo.

11 – Somente com o planejamento integrado da implantação das unidades de produção é possível a disposição agregada e estratégica das áreas de preservação permanente, áreas de reserva legal e áreas de afastamento, permitindo a criação de corredores para conservação da biodiversidade local.

12 – A estruturação de um banco de dados em ambiente SIG demonstrou-se eficiente para a contínua avaliação da evolução da atividade, tanto na fase de produção quanto no monitoramento ambiental.

13 – A seleção de áreas, isoladamente, não garante o planejamento da atividade. Esta deve estar associado ao projeto de cada unidade, que por sua vez deve estar integrado a um planejamento coletivo, a um código de conduta e à um plano de monitoramento ambiental conjunto.

CAPÍTULO X – RECOMENDAÇÕES

- 1 – Os resultados do presente estudo devem ser utilizados pelo Programa Estadual do Desenvolvimento do Cultivo de Camarões e pelos órgãos ambientais para conduzir a atividade de carcinicultura na região de Laguna de forma organizada e sustentável.
- 2 – A metodologia aplicada neste trabalho deve ser utilizada na agilização do planejamento da carcinicultura de outras áreas da zona costeira catarinense e brasileira.
- 3 – Deve-se ampliar o esforço de investigação sobre a dinâmica de mistura e distribuição das propriedades físico-químicas das águas do Complexo Lagunar, afim de possibilitar a avaliação de eventuais impactos associados a carcinicultura.
- 4 – Estudos mais detalhados, especialmente quanto ao planejamento de obras de infraestrutura devem ser desenvolvidos, afim de permitir a confirmação, na escala de implantação, do nível de aptidão específico indicado no zoneamento.
- 5 – Para a organização e sustentabilidade da própria atividade é necessário criar um programa de monitoramento integrado, cuja responsabilidade deve ficar a cargo do Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões e da Associação dos produtores de Santa Catarina, com a supervisão dos órgãos ambientais.
- 6 – A expansão da atividade deve ser conduzida na perspectiva de um planejamento integrado, prevendo-se redes coletivas de captação de água e lançamento de efluentes.
- 7 – Os produtores incluídos em um mesmo geossistema, devem desenvolver e aplicar um código de conduta que seja específico para suas unidades de produção, onde as limitações de densidades, aplicação de técnicas de manejo apropriadas e tratamento de efluentes estejam contemplados.
- 8 – Recomenda-se que a carcinicultura seja planejada de forma integrada com as demais atividades econômicas, visando harmonizar o desenvolvimento regional, sem que se priorize uma única atividade em detrimento de outra.

CAPÍTULO XI- REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão. **Termos de compromisso e código de conduta e de práticas de manejo para o desenvolvimento de uma carcinicultura ambiental e socialmente responsável.** ABCC, 2002. Disponível em <<http://www.abccam.com.br>> Acesso em 30/dezembro/2002.
- ABCC. Associação Brasileira de Criadores de Camarão 1998. *Revista da ABCC*, (2):14.
- ALI, C.Q.; ROOS, L.G. and BEVERIDGE, M.C.M. 1991. **Microcomputer spreadsheets for the implementation of geographic information systems in aquaculture: a case study on carp in Pakistan.** *Aquaculture*, 92 (1991):199-205.
- ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E.; SEIFFERT, W.Q.; WINCKLER, S. 2002a. **O desenvolvimento do cultivo de camarões na região sul do Brasil.** In.: *Revista da ABCC*. Ano 4, número 3. Dezembro de 2002, p 38-40.
- ANDREATTA, E.R.; BELTRAME, E.; WINCKLER, S. 2002b. **Pacific White Shrimp Culture In Southern Brazil.** In.: *Global Aquaculture Advocate*. Vol. 5, issue 6. Dezembro de 2002. pg 76-77.
- ANGELL, C. L. 1998. **Costal Aquaculture Zoning in Siri Lanka.** Base don the work of a consultan in application of GIS an remote sensing. FAO consultant on costal aquaculture. Food an Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, april de 1998.
- AYPA, S. M. 1999. **Philippine Experience on Shrimp Culture.** FAO Fisheries Report. nº 572 (Suplement) p. 87-98.
- BAOZHEN, W. 1999. **Chinas Aquaculture of Prawn: its Development and Prospects.** FAO Fisheries Report. nº 572. (Suplement). p. 51-56.
- BARG, V.C.; SUBASINGHE, R; WILLMANN, R.; RANA, K; MARTINEZ, M. 1999. **Towards sustainable shrimp culture development: Implementing the FAO code of conduct for responsible fisheries (CERF).** Fisheries Department. FAO Home Page, Italy, 36p.
- BARG, V.C. 1994. **Orientações para la promoción de la ordenación medioambiental del desarrollo de la acuicultura costera.** FAO Documento Técnico de Pesca, nº 328. 138p.
- BAUMGARTEN, M.G.Z. & POZZA, S.A. 2001. **Qualidade de Águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental.** Editora da FURG, Rio Grande, 166 p.

- BELTRAME, E. 1990. **Sistema de Planejamento, Acompanhamento e Simulação da Produção de Pos-Larvas de Camarões Marinhos**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. CTC/UFSC. Florianópolis Santa Catarina, 1990. 120p.
- BELTRAME, E.; BONETTI FILHO, J. 2000. **Escalas de análise na seleção e implantação de áreas para cultivo de camarões marinhos com base em técnicas de Geoprocessamento**. In: SIMBRAQ 2000 - XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura., 2000, Florianópolis. Cd-Rom.
- BELTRAME, E. & BELTRAME, A. 1991. **“A Preservação de Ecossistemas Costeiros e a Ampliação do Cultivo de Camarões”**. Anais do III Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente, Londrina- Paraná(2):16-27.
- BELTRAME, E., WINCKLER, S. C., SEIFFERT, W.Q. 2002. **Caracterização e evolução da carcinicultura no estado de Santa Catarina**. In: Anais Simpósio Brasileiro de Oceanografia. CD Rom. São Paulo, 26 a 30 de agosto de 2002. USP/IO
- BELTRAME, E.; BONETTI FILHO, J.; BONETTI, C. 2002a. **Pré-seleção de sítios adequados a carcinicultura na região de Laguna - SC com base na análise integrada das características hidrológicas locais**. Resumo. In.: Anais Simpósio Brasileiro de Oceanografia. Cd-rom. São Paulo, 26 a 30 de agosto de 2002. USP/IO
- BONETTI, C.; OLIVEIRA, D.G.; BONETTI FILHO, J.; BELTRAME, E.; SANTOS, R.; MARINO, V. 2001. **Estudo ambiental da Laguna do Camacho/Garopaba do Sul (SC) baseado na avaliação de indicadores oceanográficos**. Boletim de resumos, VIII Congresso da ABEQUA, 14-20 de outubro de 2001. Mariluz, Imbé, RS. Pg 533-535.
- BONETTI FILHO, J. 1996. **Sensoriamento Remoto Aplicado à Análise de Ambientes Costeiros Impactados - Avaliação Metodológica: Baixada Santista**. Tese de Doutorado. Departamento de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo.
- BONETTI FILHO, J. 2000. **Remote Sensing and GIS potentialities in the study of estuaries, lagoons and bays**. In: Mangrove 2000. Sustainable use of estuaries and mangrove: challenges and prospects. Full papers. ISME/UFRPE, Recife, publicado em Cd-rom. 7 p.

- BONETTI FILHO, J.; BELTRAME, E; BONETTI, C.; PEREIRA, M.L.M. 2001. **Dinâmica estuarina e transporte sedimentar no eixo Barra de Laguna-Rio Tubarão, SC.** Boletim de resumos, VIII Congresso da ABEQUA , 14-20 de outubro de 2001. Mariluz Imbé RS. p 157-158.
- BOYD, C. 1990. **Water quality in ponds for aquaculture.** Auburn University, Alabama. Birmingham Publishing Co. Alabama. 482p.
- BOYD, C. E. 1999. **Codes of Practice for Responsible Shrimp Farming.** Global Aquaculture Alliance, St. Louis. MO USA. 48 p.
- BOYD, C. E., GAUTIER, D. 2000. **Effluent composition and water quality standards: implementing GAA's Responsible Aquaculture Program.** Global Aquaculture Advocate. 3 (5):61-66.
- BOYD, C. E.; HARGREAVES, J. A.; CLAY, J.W. 2002. **"Codes of Practice and Conduct for Marine Shrimp Aquaculture"**. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp and the Environment. Work in Progress form Public discussion. Published by the consortium. 31 p.
- BRASIL. Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965. Define medidas de proteção de certas formas de vegetação. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/principal_ano.htm. Acesso em 16 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente, cria o Conselho Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro Técnico Federal de Atividades e instrumentos de Defesa Ambiental. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/principal_ano.htm. Acesso em 16 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro- PNGC. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/principal_ano.htm. Acesso em 16 de Dezembro de 2002.

- BRASIL. Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/principal_ano.htm Acesso em: 16 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/principal_ano.htm Acesso em: 16 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. SANTA CATARINA. Lei nº 5.793, de 16 de outubro de 1980. Dispõe sobre a proteção e melhoria da qualidade ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.alesc.sc.gov.br> Acesso em: 16 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. SANTA CATARINA. LAGUNA. Lei nº 42/79. Dispõe sobre o código de posturas Municipal de Laguna. <http://www.alesc.sc.gov.br> Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934 (Código das Águas). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/principal_ano.htm Acesso em 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Decreto nº 24.598, de 28 de dezembro 1984. - (DOSC 28.12.84). Dispõe sobre a implantação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/temas/tema10/dec24598.htm>. Acesso em: 06 de fevereiro de 2003.
- BRASIL. Decreto no 7.803, de 15 de julho de 1989. Altera o Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/principal_ano.htm Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Decreto no 89.336, de 31 de janeiro de 1984. Dispõe sobre reservas ecológicas e áreas de relevante interesse ecológico e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/principal_ano.htm Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Decreto no 2.869, de 9 de dezembro de 1998. Autoriza e regulamenta a exploração da aqüicultura em bens pertencentes à União. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/principal_ano.htm Acesso em 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. Decreto Presidencial de 14 de setembro de 2000. Cria na região costeira do Estado de Santa Catarina a Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca. Disponível em: <http://www.baleiafranca.org.br/decreto.html> Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.

- BRASIL. SANTA CATARINA. Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei 5.793/80 referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br>> Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. SANTA CATARINA. Decreto nº 1.528, de 2 de agosto de 2000. Altera a tabela de preços e serviços prestados pela Fundação do Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mp.sc.gov.br>> Acesso em: 15 de Dezembro de 2002.
- BRASIL. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Estabelece a obrigatoriedade ao registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais para as Pessoas Físicas ou Jurídicas. Portaria no 113, de 25 de setembro de 1997. Disponível em: <<http://www.cni.org.br/adins/1823.htm>> Acesso em 17 de dezembro de 2002.
- BRASIL. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Estabelece normas para o registro de Aqüicultor e Pesque-pague no IBAMA. Portaria no 136, de 14 de outubro de 1998. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/dpa/decreto/portaria136.htm> Acesso em 17 de dezembro de 2002.
- BRASIL. IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente. Estabelece normas para a introdução, reintrodução e transferência de peixes, crustáceos, moluscos e macrófitas aquáticas para fins de aqüicultura, excluindo-se as espécies animais ornamentais. Portaria no 145, de 29 de outubro de 1998. Disponível em: http://www.natureza.org.br/leg_b1_port_ibama.html Acesso em 17 de dezembro de 2002.
- BRASIL. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Classifica os recursos hídricos de Santa Catarina. Portaria nº 024/79. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> Acesso em 17 de dezembro de 2002.
- EMBRAPA/CNPSolos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Solos – EMBRAPA Produção de informações. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- CAMERON, W.M. & PRITCHARD, D.W. 1963. **Estuaries**. In: HILL, M.N. (ed). The Sea. New York, Wiley & Sons. v. 2, p. 306-324.
- CARUSO JR., F. 1995. **Geologia e recursos minerais da região costeira do sudeste de Santa Catarina**. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 178 p.
- CMMAD, 1991. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1991.
- CNA. 1999. **Caracterización de la actividad camaronera ecuatoriana**. FAO Fisheries Report. nº 572. (Suplement) p. 57-76.

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece definições e identifica as Reservas Ecológicas de que trata o artigo 18 da lei citada. Resolução no 004, de 18 de setembro de 1985. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece em seu artigo 2o , item XII, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente. Resolução no 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Aprova os modelos de publicações de pedidos de licenciamento em quaisquer de suas modalidades, sua renovação e a respectiva concessão e aprova os novos modelos para publicações de licenças. Resolução no 006, de 24 de janeiro de 1986. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Acrescenta o inciso XVII ao Artigo 2o, da Resolução/CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986. Resolução no 011, de 18 de março de 1986. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Classifica as águas doces, salobras e salinas. Resolução no 020, de 18 de junho de 1986. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Cria e caracteriza a modalidade de unidade de conservação Área de proteção Ambiental – APA. Resolução no 010, de 14 de dezembro de 1988. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece a obrigatoriedade de licenciamento ambiental para qualquer atividade que possa afetar a biota, em um raio de dez quilômetros, nas áreas circundantes das Unidades de Conservação. Resolução no 013, de 06 de dezembro de 1990. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002

CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Estabelece a obrigatoriedade ao licenciamento ambiental dos empreendimentos e das atividades que especifica em anexo. Resolução no 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: < <http://www.lei.adv.br/comama01.htm> >Acesso em 18 de dezembro de 2002.

- CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Aprova e define parâmetro básico para análise de estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina. Resolução no 261, de 30 de junho de 1999. Disponível em www.lei.adv.br/conama01.htm Acessado em 17 de dezembro de 2002.
- CONAMA, CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Resolução no 303 de 20 de março de 2002. Disponível em www.lei.adv.br/conama01.htm Acessado em 17 de dezembro de 2002.
- COSTA, S.W.; ANDREATA, E.R.; GRUMANN, A. 1999. **Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões Marinhos**. Secretaria do Desenvolvimento Rural e Agricultura/EPAGRI. 37 p.
- COSTA, S. W.; SEIFFER, W. Q.; TREVISAN, I.; ZAMPARETTI, A.S.; WESTPHAL, SOUZA 2000. Caracterização do cultivo de camarões no Sul do Brasil. In: Anais XI Simpósio Brasileiro de Aquicultura, Florianópolis, 29/11 a 01/12 de 2000 .
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1993. **Guidelines for Land-Use Planing**, Rome. 96 p.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1994. Diagnóstico sobre el Estado de la Acuicultura en América Latina y el Caribe. 2 ed. Documento de Campo n. 11. México D.F.
- FAO/NACA. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1995. **Regional Study an Workshop on the Environmental assessment and Management of Aquaculture Development**. NACA Environment and Aquaculture Development Series, nº 1. Bangkok, Thailand, 491p.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1996. **Aquaculture Production Statistics 1985-1994**. FAO Fisheries Circular, n. 815, (revision 8). Rome.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1997. **Aquaculture Development**. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries n. 5. Rome.
- FAO, 1998. **Consulta Tecnica FAO/BANGKOK Sobre Politicas para el Cultivo Sostenible del Camarón**. Bangkok, Tailandia, 8-11 de diciembre de 1997. Informe de Pesca n. 562. 31 p.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1998a. **Meeting Summary. Bangkok FAO consultation an Polices for Sustainable Shrimp Culture**, Bangkok, 8-11 december 1997. FAO Fishery Report n. 572.

- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 1999. **Papers presented at the BANGKOK FAO Consultation on policies for sustainable shrimp culture**. Bangkok, Thailand, 8-11 december 1997. FAO Fish Rep/Inf. Pesca (572) suppl/supl 266 p.
- FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. 2001. **Aquaculture production**. Quantities 1970 – 1999. (included in Fishstat Plus Version 2.3: Universal software for fishery statistical time series). FAO Fishery Information, Data Statistics Unit. [Ftp.fao.org/stat/windows/fishplus/aquaq.zip](ftp.fao.org/stat/windows/fishplus/aquaq.zip): [Ftp.fao.org/stat/windows/fisplus.zip](ftp.fao.org/stat/windows/fisplus.zip).
- FAO/NACA. 1995. Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture. FAO fisheries technical paper, no. 318, 262p.
- GESAMP. The Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. 1991. **Reducing Environmental Impacts of Aquaculture**. FAO. Rep. Stud. GESAMP. n° 47, 35p.
- GESAMP. 2001. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). **Planing and management for sustainable coastal aquaculture development**. Rep. Stud. Gesamp (68) 90p.
- GREEN, E.P.; MUMBY, P.J.; EDWRDS, A.J.; CLARK, C.D. 1996. **A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources**. Coastal Management, 24(1996)1-40 p.
- GREENPEACE INTERNACIONAL. 1999. **Greenpeace on industrial shrimp aquaculture**. Fast Trak to a Dead End. FAO Fisheries Report, n° 572, (Supplement) p.172-200.
- GREENPEACE INTERNACIONAL. 1998a. **Greenpeace Direct Action Provokes National Attention in Ecuador**. MAP Quarterly News, 6(2)1-3.
- GREENPEACE. INTERNACIONAL. 1998b. **Mangrove cleaning denunciation sent to environmental authorities**. MAP Quarterly News, 6(2):4.
- KAPETSKY, J.M.; HILL, J.M.; DORSEY WORTHY, L.; EVANS DAVID, L. 1990. **Assessing Potential for Aquaculture Development with a Geographic information System**. Journal of the World Aquaculture Society. 21(4 December):241-249.
- KAPETSKY, J.M.; HILL, J.M. & WORTHY, L.D. 1988. **A Geographical Information System for Catfish farming Development**. Aquaculture, 68 (1998):311-320.
- KAPETSKY, J.M.; MCGREGOR, L. & NANNE, E.H. 1987. **A geographical information system and satellite remote sensing to plan for aquaculture development: a FAO – UNEP/GRID cooperative study in Costa Rica**. FAO Fisheries Technical Paper, n. 287 51p.

- KLEIN, R.M. 1978. **Mapa fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Flora Ilustrada Catarinense. Editada por P. Raulino Reitz, publicada por FATMA e HBR. Itajaí 24 p.
- KLEIN, R. M.. 1984. **Aspectos dinâmicos da vegetação do sul do Brasil**. "Selowia" - Anais Botânicos do "Herbário Barbosa Rodrigues" ano 36 - n. 36. julho de 1984. Itajaí. p. 5-54.
- KLEIN, R. M. 1978. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**.
- LUZ, V.J. P. 1986. **Geomorfologia, delimitação da cobertura vegetal e ocupação agrícola de Imaruí – Imbituba – Laguna**. Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Geografia. CFH/ UFSC. Florianópolis. n.p.
- MACINTOSH, D.J.; PHILLIPS, M. J. 1992. **Environmental Issues in Shrimp Farming**. IN: Proceedings of Global Conference on the Shrimp Industry. 3 (eds. H. Saram; T. Singh). p. 146-157. Infofish. Hong Kong.
- MADRID, R. 1999. **Programa de apoio ao desenvolvimento do cultivo de camarão no Brasil**. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Pesca e Aquicultura..Disponível em <http://www.agricultura.gov/dpa> .Em Dez./99.
- MELO, O. 1999. **Situação do Vírus WSSV (White Spot Syndrome Virus) nas Américas**. Revista da ABCC, 1(2):19-22.
- MEADEN, G. J & KAPETSKY, J. M. 1991. **Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture**. FAO Fisheries Technical Paper. No 318. Rome, FAO, 262 p.
- MEADEN, G. J. 1998. **Aquaculture development, Siri Lanka**. Base on the work of a consultan in application of GIS an remote sensing. FAO consultant on costal aquaculture. Food an Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, abril de 1998. Field document n. 4.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. 2002. Resolução CONAMA nº 312. de 10 de outubro de 2002 – publicada no D.O.U. DE18/10/02.Disponível: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31202.html>> em 20/Dez./2002.
- MONTEIRO, M. A. & FURTADO, S. M. A. 1995. **O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica**. Revista Geosul, 19/20: 117-133.
- MONTEIRO, M. A. 2001. **Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano**. Revista Geosul, 16(31): 117-133.
- MUEHE, D.,1998. **O litoral brasileiro e sua compartimentação**. In: CUNHA, S. B. & GUERRA, A. J. T. (orgs.), Geomorfologia do Brasil, Editora Bertrand do Brasil, Rio de Janeiro, p. 273 - 349.

- NURDJANA, M.L. 1999. **Development of Shrimp Culture in Indonésia**. FAO Fisheries Report. n° 572. (Supplement) p. 68-76.
- NUNES, A. Tratamento de efluentes e recirculação de água na engorda de camarão marinho. Panorama da Aquicultura. v.12.n.71, 2002.p.27-39.
- OLIVEIRA, D. A. G.; BONETTI FILHO, J.; BELTRAME, E. 2002. **Compotamento temporal das propriedades físico-químicas do canal da Barra do Camacho, SC**. Resumo. In . Anais Simpósio Brasileiro de Oceanografia. CD Rom. São Paulo, 26 a 30 de agosto de 2002. USP/IO.
- O'REGAN, P.R. 1996. **The use of contemporary information technologies for coastal research and management- a review**. Journal of Coastal Research, 12(1):192-204.
- ORSELLI, L. SILVA, J.T.N. 1988. **Contribuição ao estudo do balanço hídrico em Santa Catarina**. Ed. UFSC. Série didática número 2.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVÁN, S. R.; RUIZ-FERNÁNDEZ, A. C. e ESPINOZA-ANGULO, R., 1997. **Fluxes and mass balances of nutrients in a semi-intesnive shrimp farm in north-western México**. Marine Pollution Bulletin. v. 34, n.5. p. 290-297.
- PÁEZ-OSUNA, F.; GUERRERO-GALVAN, S.R.; RUYZ FERNANDEZ, A. 1998. **The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in México**. Marine Pollution Bulletin. Vol. 36, n.1. pp. 65-75.
- PÁEZ-OSUNA, F. 2001. **Camaronicultura y Médio Ambiente**. Unidad Acadêmica Maztlán. Instituto de Ciências Del Mar y Limnologia, Universidad Nacional Autônoma de México, Mazatlán, Sinaloa, México. 450 p.
- PELUSO JÚNIOR, V.A. 1986. **A altimetria do território Catarinense**. Ed. UFSC. Geosul, 2(1):7-69.
- PHILLIPS, M.J.; LIN, C.K.; BEVERIDGE, M.C.M. 1993. **Shrimp culture and environment** : Lessons from the worlds most rapidly warmwater aquaculture sector. IN: Environment and aquaculture in developing countries. (Eds. R. S. V. Pullin, H. Rosenthal, J.L. Maclean) p. 171-179. ICLARM, Manila Philippines.
- PILLAY, T.V.R. 1992. **Aquaculture and the Environment**. Fish New Books. 187p.
- POPULUS, J.; HASTUTI, W.; MARTIN, J.-L.M.; GUELORGET, O.; SUMARTONO, B.; WIBOWO.A. 1995. **Remote sensing as a tool for diagnosis of water quality in Indonesian seas**. Ocean and coastal management. Barking; 27(3):197-215.

- PRESTON, N.P.; ROTHLIBER, P.C.; BURFOARD, M.A.; JACKSON, C.J. 2002. **“The Environment of Shrimp Farming in Australia”**. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by Consortium. 9 p.
- PRIMAVERA, J. H. 1998. **Tropical shrimp farming and its sustainability**. In: Tropical Mariculture (S.S. de Silva ed.). p. 257-289. Academic Press.
- RAHMAN, M. 1999. **Policies for sustainable shrimp culture in Bangladesh**. FAO Fisheries Report. n° 572, Supplement. p.41-50.
- RAMBO S.J., BALDUINO. **Estudos Botânico em Sombrio – Município de Araranguá – Santa Catarina**. Anais Botânicos do “Herbário Barbosa Rodrigues” – ano 1. n. 1. 22 de junho. . 1949. Itajaí. p. 7-24.
- RAMBO S.J., BALDUINO. **História da Flora do Litoral Riograndense**. Anais Botânicos do “Herbário Barbosa Rodrigues” – ano VI. n. 6. 22 de junho. 1954. Itajaí. p. 113-172.
- RANA, K. 1997, **Recent Trends in global aquaculture production: 1984-1995**. FAO Aquaculture Newsletter, Rome, 16(august 1997):14-19.
- REITZ S.J.R., 1954. **A Vegetação de Laguna**. Anais Botânicos do “Herbário Barbosa Rodrigues” – ano VI. n. 6. 22 de junho. 1954.
- REITZ S.J., R. 1961. **Vegetação da zona marítima de Santa Catarina**. Selowia - Anais Botânicos do “Herbário Barbosa Rodrigues” – ano XIII. n. 13. 15 de dezembro. 1961. Itajaí. p. 17-115.
- ROSEMBERGY, B. 1998. **World Shrimp Farming. Aquaculture Digest, San Diego, California, USA**. Singht, T. 1999. Benefits of sustainable shrimp culture. FAO Fisheries Report, n° 572. (Supplement) p. 150-157.
- ROSS, L.G.; MENDOZA, E.A.Q.M & BEVERIDGE, M.C.M. 1993. **The application of geographical information systems to site selection for coastal aquaculture: an example based on salmon cage culture**. Aquaculture, 112(1993):165-178.
- RUIVO, U. 2003. **Fundamentos da industrialização do camarão marinho cultivado**. Cargill.in press.
- SANCHER, R. e HORY D. 2000. **Cultivo de camarones penaeidos en America Latina**. Informe NACA, 63p, 2000.
- SANTA CATARINA. 1973. **Levantamento de Reconhecimento dos solos do Estado de Santa Catarina**. SUDESUL/UFSM/SAG. Santa Maria 1973. v. I e II.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente – SDM. **Bacias Hidrográficas de Santa Catarina: Diagnóstico Geral**. Florianópolis, 1997, 163 p.

- SEIFFERT, W.Q; DERNER, R. B.; ANDREATTA, R. E., 1998(a). **Perspectivas do cultivo de camarões marinhos na região sul.** Panorama da Aqüicultura, v 8. n. 49. p.30.
- SEIFFERT, W. Q; QUESADA, J. M & BELTRAME, E. 1998(b). **Nuevas Tecnicas de Alimentacion com Bandejas en el Brasil.** Panorama Acuicola. v. 3. n.6 Sep-oct de Medio de Información al Servicio de la Acuicultura y la Pesca Internacional - Sonora - Mexico. p 25-26.
- SEIFFERT, W. Q.; LOCH, C.; BELTRAME, E. 2001. **Carcinicultura Marinha e o Manejo Integrado de Recursos Costeiros.** Panorama da Aqüicultura. v.11. n.68. p.53-55.
- SCOTT, P. And ROSS, L. G. 1998. **O Potencial da Míticultura na Baía de Sepetiba.** Panorama da Aqüicultura, (setembro/outubro): 13-19.
- SDM/CLIMERH/EPAGRI 2001. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Centro Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Santa Catarina e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina. **Dados climatológicos das estações meteorológicas de Laguna e Orleans.**
- SOLOW, 1996. **On the inter-generational allocation of natural resources.** Scand. J. Econ. 88:141-149.
- SORIANO-SIERRA. E. 1991. **O Complexo Lagunar Sul-Catarinense. – Comunidades vegetais e animais mais conspícuos.** Cap. 4. In.: Relatório Final PROVIDA. Vol. 3. 1991. Florianópolis. p. 17 a 37.
- STEWART, J.E. 1997. **Environmental impacts of Aquaculture.** World Aquaculture. 28:47-52.
- SIRIWARDENA, P.P.G.S.N. 1999. **Shrimp culture in Sri Lanka, the Benefits, problems and constraints, Associated whit the Development and Management and Responses to Address Problems.** FAO Fisheries Report. nº 572. (Supplement) p. 99-110.
- TACON, A. 1996. **Trends in aquaculture production.** FAO Aquaculture Newsletter. Rome, n. 12, abr. 1996.
- THE ECOLOGIST, 1995. **Overfishing, causes and consequences.** Dorset: The Ecologist, 25(2/3, mar./abr. e maio/jun. 1995).
- TOBEY, J., POESPITASARI, H. & WIRYAWAN, B. 2002. **“Good Practices for Community-based Planning and Management of Shrimp Aquaculture in Sumatra, Indonésia”** Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment. Work in Progress for Public Discussion. Published by Consortium. 18 p.

- TOBEY, J.; CLAY, J.; VERGNE, P. 1998. **Maintaining a Balance: the economic, environmental and social impacts of shrimp farming in Latin America**. Costal Resources Management Project II. Coastal Resources Center. University of Rhode Island. 63 p.
- TOOKWINES, S.; BOONYARATPALIN, M.; CHOONGAM, C.; POONGER N, J. 1999. **On Farm Quality Assurance for Shrimp Production in Thailand**. FAO Fisheries Report. nº 572. Supplement. p. 111-122.
- TORIGOI, R. H. 2001. **Avaliação do efeito de três densidades de estocagem de *Litopenaeus vannamei* (Boonne, 19931) sobre os índices de produção e qualidade dos efluentes**. Dissertação de mestrado em Aqüicultura, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 94p.
- TWILLEY, R.R.; ARMIJOS, M.M.; VADIVIESO, J.M.; BODERO, A . 1999. **The environmental Quality of Coastal Ecosystems in Ecuador: Implications for the development of integretad mangrove and shrimp pond management**. p . 199-230. In.: ARANCIBIA, A. y LARA-DOMINGUES. Ecosystemas de Manglar em América Tropical. Instituto de Ecologia, A . C.México, UICN/HORMA, Costa Rica, NOAA/NMFS, Silver Spring, MD, USA. 380 p.
- UNISUL/GRUPERH, 1998. **Diagnóstico dos Recursos Hídricos e Organização dos Agentes da Bacia Hidrográfica do Rio Tubarão e Complexo Lagunar**. 8 volumes, Tubarão, SC.
- VINATEA, L.A. 1998. **Aqüicultura e desenvolvimento sustentável: Subsídios para a formulação de políticas de desenvolvimento da aqüicultura Brasileira**. Florianópolis: Editora da UFSC. 312p.
- WAINBERG, A.A. 2000. **Na criação de camarões os lucros e o meio ambiente devem caminhar de mãos dadas**. Panorama da Aqüicultura, 10(57):35-41.
- WORLD BANK, NACA, WWF & FAO, 2002. **Shrimp Farming and the Environment**. A World Bank, NACA, WWF and FAO. Synthesis report. Work in Progress for public discussion. Published by the consortiom, 119 p.
- WILEY, K.C. 1992. **The application of environmental assessment to the management of risk in shrimp aquaculture in southeast Asia**. IN: Proceedings of Global conference on the Shrimp Industry, 3 (eds Saram; Singh, T.) p.118 – 145. Infofish. Hong Kong.

ANEXO 1

1.1 – Projeto técnico

A primeira fase da elaboração do projeto técnico está fundamentada no conhecimento detalhado do terreno a ser trabalhado. Para tanto faz-se necessária a aprovação da LAP, documento este que valida a continuidade das atividades de planejamento. Com a delimitação dos afastamentos de estrada, áreas de preservação permanente e reserva legal (RL), definidos pela LAP, foi possível dar prosseguimento ao projeto.

As informações foram registradas na planta topográfica detalhada da área, que foi utilizada como fonte básica para dimensionamento, locação e distribuição dos viveiros, canal de abastecimento coletivo, canal de drenagem, taludes, comportas de abastecimento e drenagem, estações de bombeamento e infra-estrutura de apoio. Estas etapas serão detalhadas a seguir:

Com a construção dos viveiros, será recuperado a vegetação das margens de canais e mantido o afastamento das estradas. O fato de destinar 20% da área total como reserva legal (RL), ajudará diminuir os impactos negativos da atividade e neste caso criará um abrigo para a fauna residente no local de implantação do projeto. O planejamento do conjunto das áreas vizinhas facilita a criação e integração das áreas de reserva ligando-as com os afastamentos, podendo-se constituir-se em verdadeiros corredores ecológicos.

1.1.1 - Identificação do empreendedor

Para efeito deste trabalho, utilizou-se a área citada a seguir como modelo para o planejamento de empreendimentos.

Razão social: Cooperativa de Produção de Camarões de Santa Marta Pequena – COOPERSANTA.

CNPJ: 04.490.224/0001-80

Endereço: Sede provisória – Estrada Geral de Campos Verdes, Laguna, SC

Constituição: Pessoa jurídica de direito privado

Presidente: Hélio João de Souza

A Coopersanta está constituída por 42 associados, pescadores e pequenos agricultores das comunidades de Santa Marta, Campos Verdes Farol de Santa Marta e Canto da Lagoa.

A COOPERSANTA foi criada no ano de 2001 com o objetivo de produzir e comercializar camarões marinhos cultivados de forma coletiva.

O empreendimento que a COOPERSANTA pretende implantar trata-se de uma fazenda de cultivo de camarões marinhos em terreno de sua propriedade com área de 155,30 ha, na localidade de Campos Verdes, município de Laguna.

A fazenda será implantada em três módulos independentes, sendo o primeiro com 43,50 ha, o segundo com 29,50 ha e o terceiro com 28,0 ha, totalizando 100 ha de lâmina de água para cultivo, dividida em 28 viveiros com tamanhos médios de 3,6 ha cada.

Cada módulo de cultivo terá um reservatório de água com área equivalente a 10% da área total dos viveiros, permitindo a recirculação da água para reutilização ou tratamento, quando necessário.

A fazenda será abastecida com água proveniente da Lagoa de Santo Antônio, através de um canal de abastecimento principal que receberá água a partir de três estações de bombeamento. Esse canal também servirá para o abastecimento de outras fazendas que venham a ser implantadas em propriedades vizinhas.

O escoamento dos efluentes ocorrerá através de um canal de drenagem pluvial que passa por várias propriedades e desemboca no Rio Tubarão.

A planta baixa da fazenda com a distribuição dos módulos de cultivo, o canal de adução, o canal de abastecimento, o canal coletivo de drenagem e a localização das propriedades adjacentes encontra-se na mapa 18.

1.1.2 – Dimensionamento do projeto

Viveiros de engorda:

A alocação do módulo de produção (viveiros de produção, viveiros para tratamento e canais de drenagem e recirculação) com áreas separadas foi realizada em conformidade com as características topográficas do terreno (declividade, disponibilidade de água, drenagem, etc.).

Na área selecionada foram considerados os parâmetros relativos ao tipo de solo, às condições de percolação da água e também ao manejo do cultivo quando o empreendimento estiver em operação. Para efeito de implantação do empreendimento, dividiu-se a área em 3 módulos. De uma área total de 155,30 ha foi definido um primeiro módulo com 43,50 ha de lâmina d'água para

produção de camarões marinhos e 3,50ha como viveiro de tratamento da água, distribuição e sua própria recirculação, totalizando uma área de 47,0ha (área líquida), conforme figura 39.

Este módulo representa uma etapa do projeto. Após a sua implantação será estudado a complementação do projeto com os outros módulos.

Com base na distribuição dos viveiros e na sua localização foram dimensionadas as etapas seguintes.

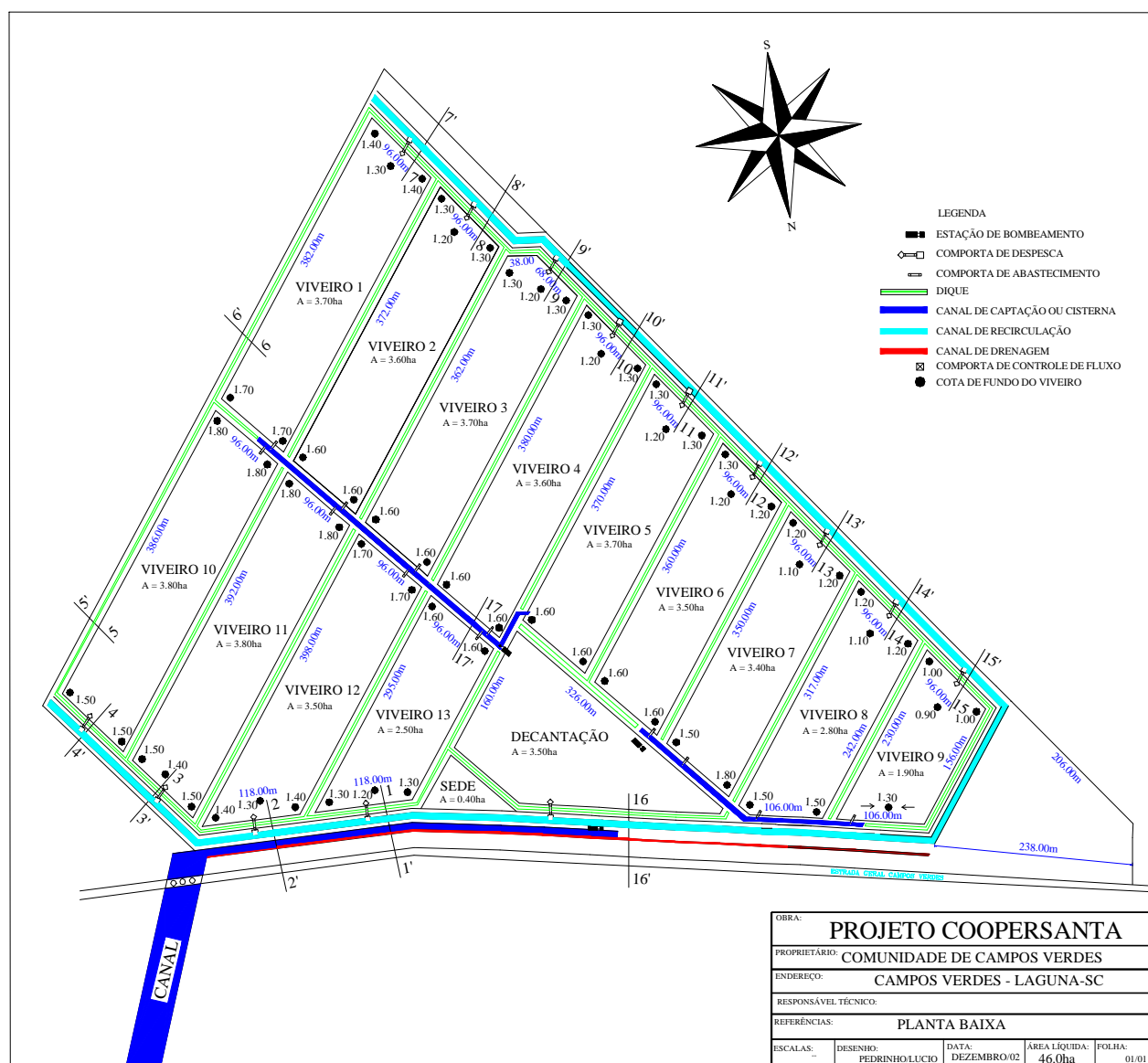


Figura 39 – Planta baixa, projeto COOPERSANTA Módulo I. Distribuição dos viveiros, canais de drenagem e recirculação, comportas de drenagem e abastecimento e canais de abastecimento. PEDCC.

Composição dos viveiros:

Este módulo será composto de 13 viveiros (v1 a v13) e um viveiro de tratamento de água e decantação. O tamanho médio dos viveiros ficou entre 2,5 e 3,8 ha, ajustados para facilitar a circulação da água e melhorar o aproveitamento do terreno, conforme a topografia.

Os viveiros serão providos de comportas de abastecimento, comportas de drenagem, taludes e canal de drenagem/recirculação no fundo.

O nivelamento e a inclinação do fundo do viveiro constituem um dos fatores mais decisivos para o sucesso dos cultivos. O fundo do viveiro deve ter uma inclinação, mesmo que mínima, mas de forma que permita o escoamento completo da água e do camarão. Normalmente, uma inclinação de 10 cm a cada 100 m no sentido da comporta de drenagem, já é suficiente para permitir a saída completa dos animais na despesca.

Deve permitir também drenagem completa do fundo do viveiro o que garantirá os trabalhos de limpeza e preparação para os cultivos seguintes.

A profundidade média da lâmina da água foi calculada para 1,2 m, observando sempre uma coluna mínima de água de 1,0 m nos pontos mais rasos.

Viveiro de tratamento de água:

O viveiro de tratamento de água será construído pela escavação do terreno e levantamento de taludes periféricos. O viveiro de tratamento será abastecido com a água captada pela estação de bombeamento principal, localizada no final do canal de adução, que será ligado com a Gamboa da Passagem da Barra, ligado ao canal da Lagoa de Santo Antônio, através de uma servidão administrativa de uso de água (desmembrada no terreno de propriedade de Vanilda Maria Ramos). O reservatório, que também será usado para decantação e tratamento da água de recirculação, terá 3,50hae permitirá que a água dos viveiros possa ser reutilizada durante o mesmo cultivo, evitando desta forma problemas de falta de água nos períodos de muita chuva. Com este sistema, poderá se acelerar o início do 2.º ciclo, reutilizando a água com produtividade primária do cultivo em andamento, economizando energia para o bombeamento.

Os taludes construídos em solo natural devem ter uma inclinação de 4:1, conforme figura 40. O plantio de grama como cobertura vegetal, é de fundamental importância para a durabilidade dos viveiros. O plantio deve ser realizado imediatamente após a movimentação de terra.

É desejável que a crista dos taludes tenha pelo menos 3,0 m para permitir acesso e transporte de materiais para qualquer ponto da fazenda.

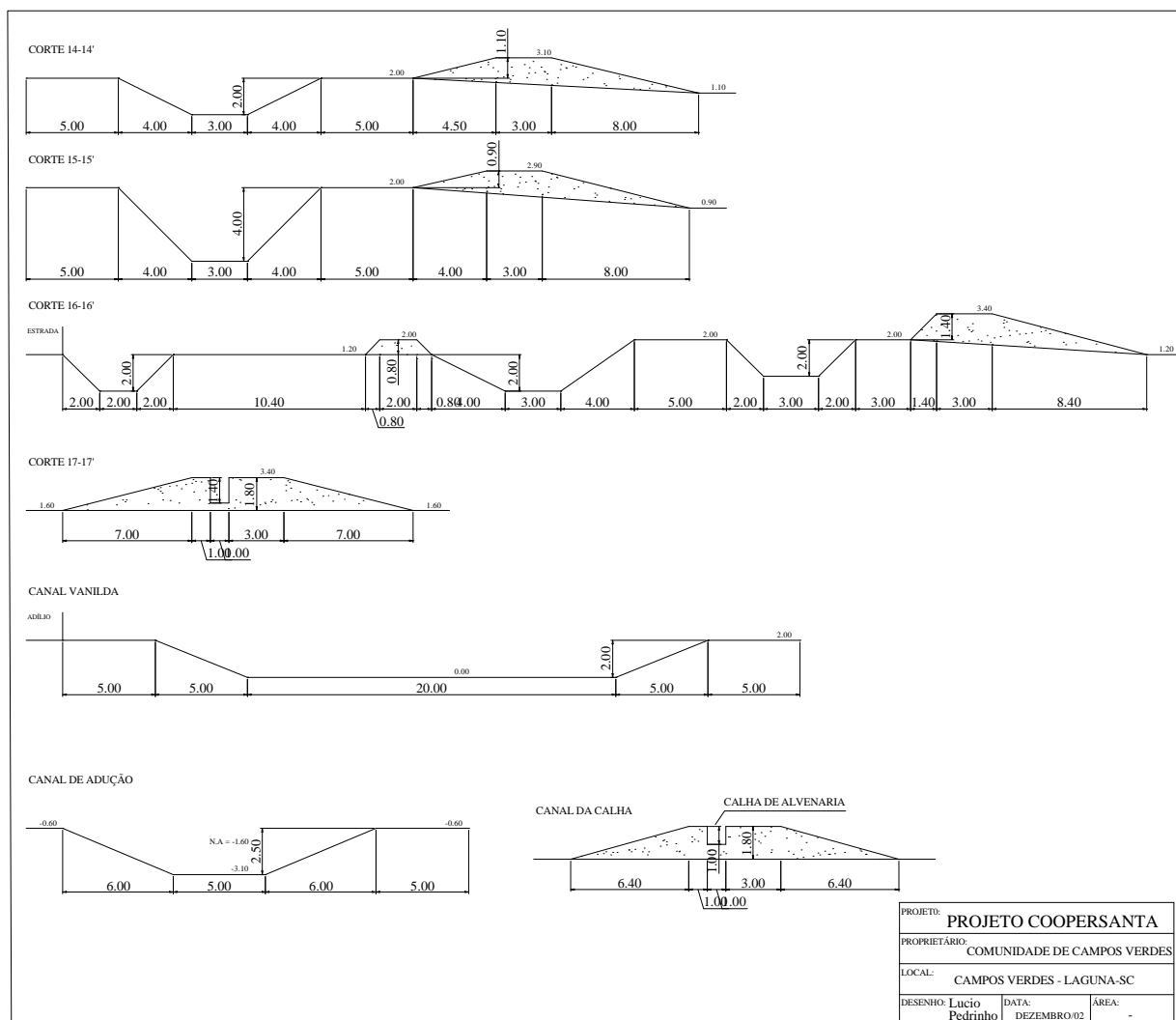


Figura 40 – Representação gráfica dos cortes transversais dos taludes, canais de recirculação, canal de abastecimento e viveiro de tratamento e recirculação. Projeto COOPERSANTA Módulo I, PEDCC.

Estações de bombeamento:

O ponto de captação de água para este empreendimento será através de um canal ligado a Gamboa da Passagem da Barra através de uma servidão administrativa. Neste local serão instaladas as bombas que inicialmente atenderão ao projeto da COOPERSANTA. Para o dimensionamento da estação de bombeamento foi considerado além da área em questão todas as áreas vizinhas com possibilidade de receberem água do mesmo canal de abastecimento. Desta forma foi calculado o canal de abastecimento que permita atender toda a área que poderá futuramente implantada.

Neste caso, para o módulo da COOPERSANTA, foi considerado para o cálculo a área total inundada, projetando uma capacidade de renovação de 15% (quinze por cento) do volume total

dos viveiros da fazenda por dia em 10 horas de funcionamento. Estes parâmetros consideraram não apenas a renovação diária dos viveiros, mas também a necessidade de abastecimento completo num curto período de tempo.

O presente módulo está servido de três estações de bombeamento, assim dispostas:

Estação 1: O sistema de bombeamento número 1, está composto por duas bombas axiais com 50 cm de diâmetro e motor de 35 HP, com uma altura manométrica de 3,0 m. Nesta fase a água será bombeada para o canal primário de abastecimento, onde será instalado o segundo sistema de bombeamento.

Estação 2: O sistema de bombeamento número 2, está composto por duas bombas axiais com 40 cm de diâmetro e motor de 30 HP, jogando a água a uma altura manométrica de 2.0 m.

Esta estação de bombeamento está disposta de forma a permitir recalcar tanto a água do canal primário de abastecimento quanto do canal de recirculação. A água é bombeada para o viveiro de decantação e tratamento de água. Esta permite também realizar as despescas reutilizando a água dos cultivos.

Estação 3: O sistema de bombeamento número 3, está composto por duas bombas axiais com 30 cm de diâmetro e motor de 25 HP, jogando a água a uma altura manométrica é de 1.5 m.

Neste caso as bombas retiram a água do viveiro de tratamento, recalcando para um canal de distribuição, para os viveiros de cultivo. Esta condição permite utilizar a água depositada no sistema de recirculação (canais de recirculação e viveiro de tratamento) permitindo a operação dos viveiros independente da entrada da água no sistema.

A disposição das estações de bombeamento estão indicadas na figura 39.

A estação de bombeamento é composta por uma estrutura de concreto armado, abrigando as comportas de controle de entrada e distribuição de água e as bombas. Este sistema eleva do nível da água, permitindo o enchimento dos viveiros e a própria recirculação da água já utilizada nos viveiros. A Figura 41 resume o esquema básico deste sistema de bombeamento.

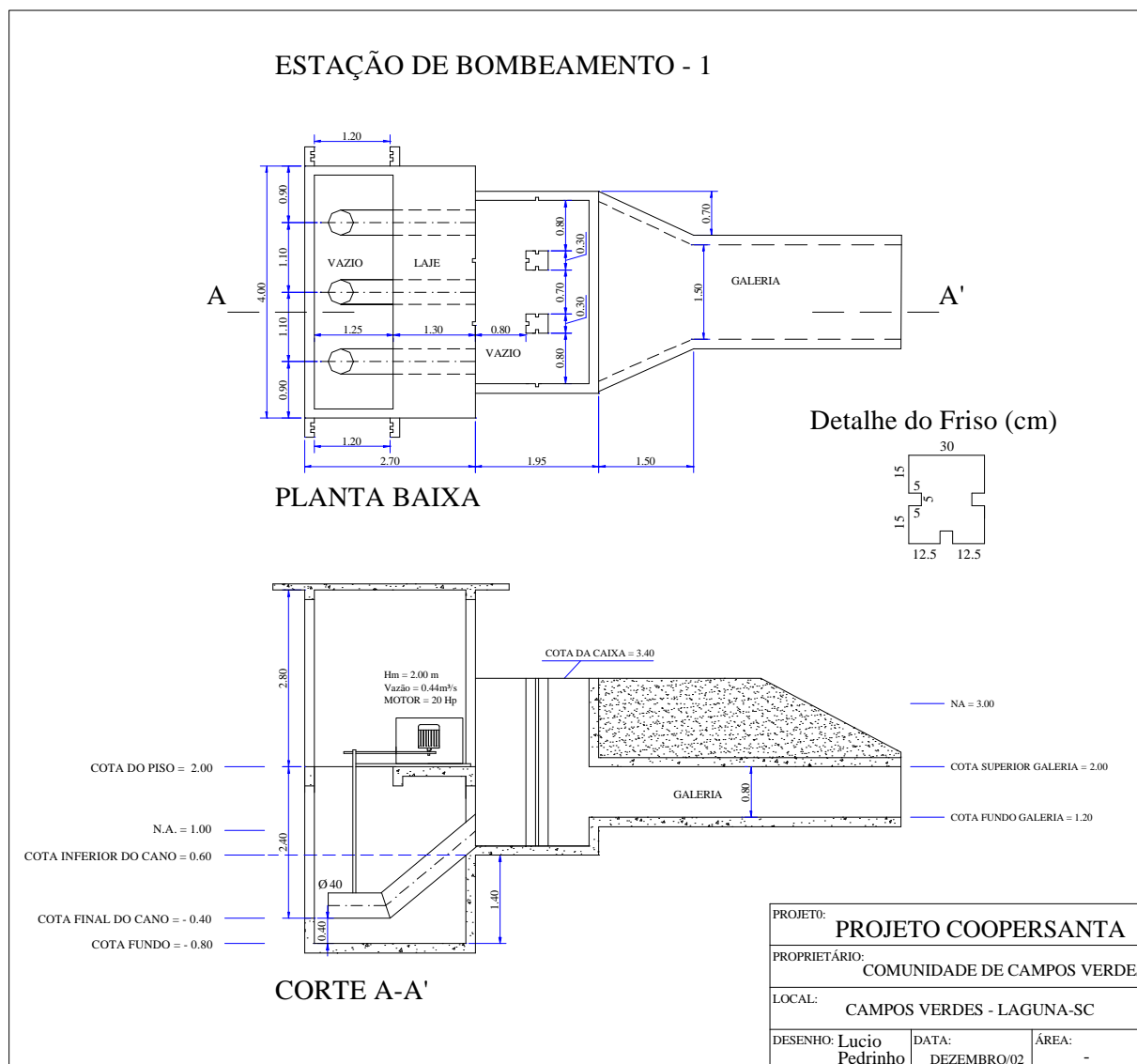


Figura 41 – Planta baixa da estação de bombeamento 1 do projeto COOPERSANTA módulo I.

Canal de adução:

O canal de adução será construído através da escavação do terreno e levantamento dos taludes periféricos no terreno adquirido pela Coopersanta, em 5 de setembro de 2002, através da aprovação do Ministério Público, devidamente assinado pelo Promotor de Justiça, em 23 de Julho de 2002. O canal de adução terá 439,0 m (quatrocentos e trinta e nove m) de comprimento com uma secção média de 50,0 m² (cinquenta metros quadrados).

Comportas de abastecimento:

A comporta de abastecimento deverá ser construída de maneira a dar capacidade de vazão máxima a água armazenada no reservatório quando todas as bombas estiverem ligadas. A parte superior deverá servir de ladrão, como forma de segurança para não permitir que o canal de abastecimento transborde.

A estrutura da comporta de abastecimento deverá permitir o acoplamento de telas com malhas 0,5 e 2,0 mm (dependendo da fase do cultivo), com a finalidade de evitar o ingresso do ambiente natural de formas jovens de organismos que podem constituir competição ou predação aos camarões no ambiente de cultivo.

A localização da comporta de abastecimento deverá favorecer a circulação da água no viveiro, proporcionando, o abastecimento nas condições projetadas.

Comportas de drenagem e despesca:

As comportas de drenagem deverão permitir o completo escoamento da água dos viveiros num período entre 6 e 8 horas. Para que seja obedecida a condição de drenagem completa, as comportas deverão ser alocadas no ponto mais baixo dos viveiros, em concreto, abertas como um corredor onde a água passará quando da abertura das mesmas. Na parte superior são instaladas telas de contenção dos camarões. Também na mesma posição, são fundidos frisos verticais que permitirão a colocação e retirada de tábuas para retenção ou liberação da água, respectivamente, e a colocação da rede para a despesca.

Na saída de cada comporta de drenagem deverá ser construída uma galeria aberta para permitir a despesca e auxiliar na manutenção da tubulação.

A Figura 42 temos as dimensões da comporta de drenagem e despesca, representadas na planta baixa e pelo corte longitudinal.

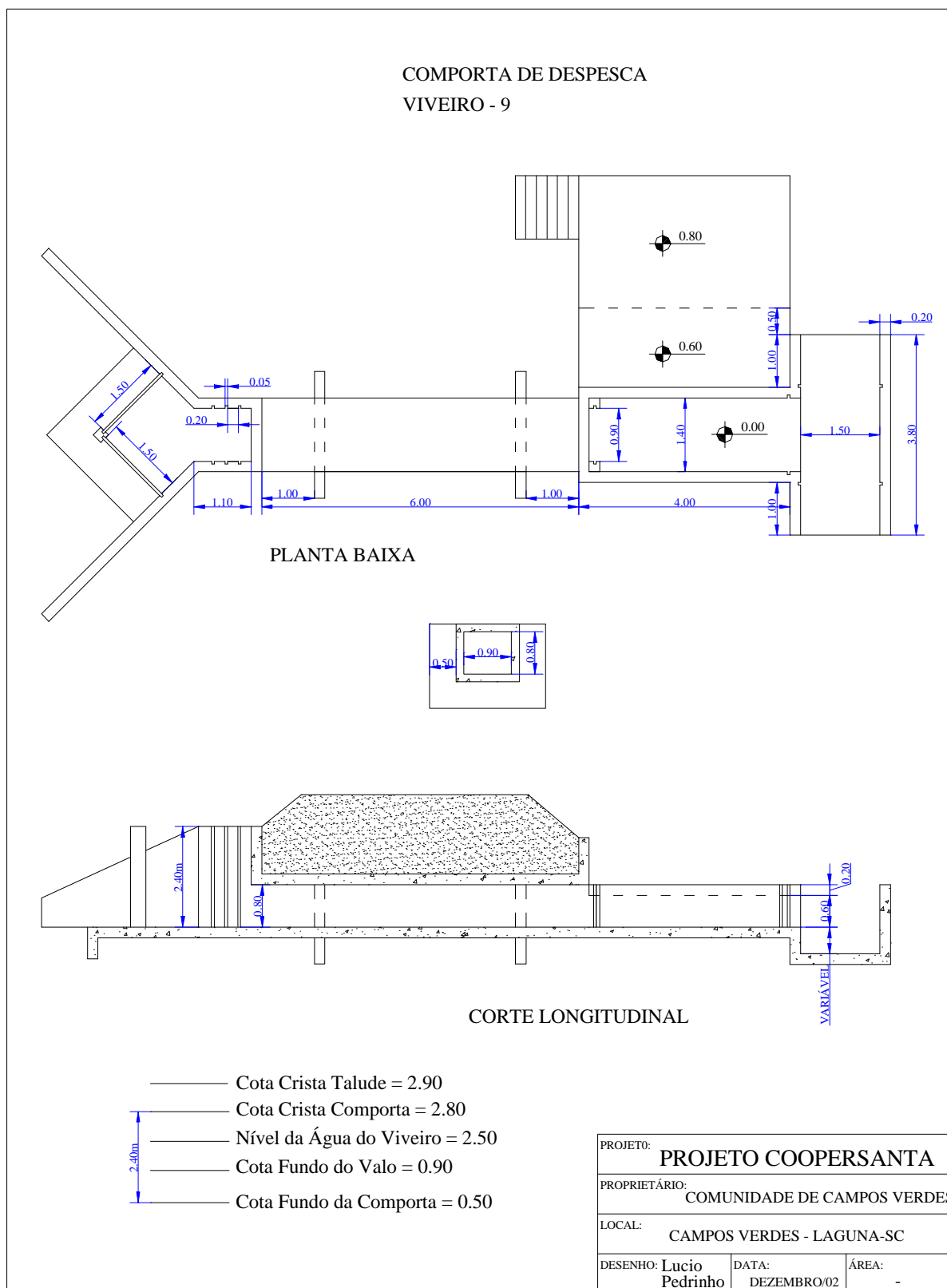


Figura 42 – Planta baixa e corte longitudinal da comporta de drenagem (despesca), projeto COOPERSANTA, módulo I.

Canal coletivo de drenagem:

O canal coletivo de drenagem será construído a partir da limpeza e desassoreamento da vala de drenagem pluvial, com comprimento de 5.600,00 m (cinco mil e seiscentos metros) e secção média de 18,00 m² (dezoito metros quadrados). Este liga a área do empreendimento até o Rio Tubarão, passando por terrenos onde poderão ser implantadas novas fazendas (Figura. 43).



Figura 43- Foto do canal natural existente por onde passará o canal de drenagem coletivo.

Essa obra permitirá maior rapidez na drenagem dos terrenos e redirecionará todos os efluentes das futuras fazendas até o Rio Tubarão.

Infra-estrutura de apoio:

A infra-estrutura de apoio a ser construída na propriedade será composta de um galpão de alvenaria para armazenamento da ração e fertilizantes e uma sede administrativa.

Será construída uma rede de alta tensão, ligada à rede principal (alta tensão) existente na estrada geral em frente ao empreendimento, até as estações de bombeamento com 1.500 m de distância.

1.1.3 - Investimento

A primeira fase do investimento foi a aquisição do terreno com área de 155,3ha no valor de R\$ 776.500,00. Na elaboração do projeto foram dimensionados os custos relativos à terraplanagem, infra-estrutura dos viveiros, instalações de apoio e o dimensionamento dos equipamentos, tabela 14.

Tabela 14 – Investimento para instalação do projeto COOPERSANTA, módulo I.

Especificação	Unid	Quant	Valor Un.	Valor Total
Limpeza e destoca	ha	65	500,00	32500,00
terraplanagem	ha	45	6500,00	292500,00
Construção dos Canais de abastecimento e drenagem	quit	1	50000,00	50000,00
Comportas de abastecimento	Unidade	13	2000,00	26000,00
Comportas de drenagem	Unidade	14	7500,00	105000,00
Rede elétrica	m	1500	20,00	30000,00
Transformador 112 KWA	Unidade	2	6000,00	12000,00
Casa de bomba	Unidade	3	6000,00	18000,00
Bombas hidráulicas	Unidade	6	7000,00	42000,00
Aeradores	Unidade	90	2300,00	207000,00
Kit para monitoramento	Unidade	2	6000,00	12000,00
Equipamentos de alimentação	quit	1	10000,00	10000,00
Trator	Unidade	1	3500,00	3500,00
Camionete	Unidade	1	33000,00	33000,00
Equipamentos diversos	quit	1	6000,00	6000,00
Galpão de alvenaria	m2	300	200,00	60000,00
Sede administrativa	m2	100	300,00	30000,00
Custo do projeto (IPHAN,FATMA,CREA)	quit	1	25880,00	25880,00
Total Investimento				995380,00

1.1.4 - Avaliação Econômica do Empreendimento

A avaliação é o processo que permite conhecer, através de instrumentos de medição específicos, com a avaliação dos custos de operação do módulo em operação. Os custos de produção estão apresentados na tabela 15.

Tabela 15 – Custo de produção para operação do I Módulo da COOPERSANTA.

Custo Fixo	Quantidade	Valor (R\$)	
		Unitário	Total
Caseiro (c/ encargos)	12 (meses)	660,00	7920,00
Energia Elétrica e Combustível			4000,00
Diversos (Impostos, taxas, etc.)			4500,00
Gerente Administrativo/Técnico	2(12 meses)	1200,00	28800,00
Subtotal			45220,00
Custo Variável			
Pós-larvas (mil.)	21.750	11,00	239250,00
Ração (Kg)	187.920	2,10	394632,00
Energia Elétrica (kwh)	167.000	0,25	41750,00
Fertilizante e Calcário			10000,00
Combustível			12000,00
Pessoal de Apoio (c/ encargos)/ano	16(12 eses)	450,00	86400,00
Custos diversos (1% da receita bruta)			12168,00
Subtotal			796200,00
Total			841420,00

O preço médio de venda dos camarões produzidos tem sido de R\$ 9,00/Kg, não considerando os períodos de sazonais, onde há um incremento nos preços de venda. A estimativa dos valores de produção, considerando a área total, são apresentados na tabela 16.

Tabela 16 – Valor total da produção relativo ao primeiro módulo da COOPERSANTA.

1.º ANO				
Área (ha)	Produção/ha/ano (Kg)	Produção Total (Kg)	Preço de Vendas (R\$)	Valor Total (R\$)
43,50	2.800,00	121.800,00	9,00	1096200,00
2.º ANO EM DIANTE				
Área (ha)	Produção/ha/ano (Kg)	Produção Total (Kg)	Preço de Vendas (R\$)	Valor Total (R\$)
43,50	3.600,00	156.600,00	9,00	1409.400,00

Para efeito de avaliação econômica, estimou-se a mesma produção para os 10 anos seguintes, baseados nos dados do segundo ano. Isto deve-se a estabilização da produção a partir do segundo ano de operação. Os valores correspondentes ao demonstrativo financeiro estão apresentados na tabela 17.

Tabela 17 – Demonstrativo financeiro do projeto COOPERSANTA, módulo I.

[illegible]

A taxa interna de retorno é a melhor maneira de exprimir a rentabilidade do empreendimento, a qual pode ser facilmente calculada a partir do demonstrativo financeiro. O projeto apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 22% (vinte e dois por cento), para os níveis de produtividade de 1.400 Kg/ha no primeiro ano de cultivo. Os demais anos estima-se uma produtividade de 1.800 kg/ha/ciclo, índice considerado seguro pelos resultados já obtidos na região de Laguna. Estes dados comprovam a viabilidade econômica da atividade mesmo operando com índices inferiores aos regularmente obtidos no Estado de Santa Catarina.

1.1.5 - Processo produtivo

Espécie cultivada:

O camarão a ser utilizado no cultivo é a espécie exótica *Litopenaeus vannamei*, conhecida como camarão branco do Pacífico.

Esta espécie distribui-se naturalmente na costa do Oceano Pacífico tropical desde o norte do Peru (Lat. 10° S) até o norte do México (Lat. 30° N), onde é capturada pela frota pesqueira de vários países.

O *L. vannamei* é cultivado em todos os países produtores do Ocidente, representando cerca de 27% da produção de camarões cultivados no mundo. No ano 2000 a China passou a cultivar esta espécie, alcançando elevado volume de produção (FAO, 1999).

No Brasil o *L. vannamei* é cultivado comercialmente desde o ano de 1993 nas fazendas dos estados do nordeste, substituindo espécies nativas e exóticas produzidas anteriormente (ANDREATTA *et al.*, 2002).

Em Santa Catarina a espécie foi introduzida no ano de 1998 de forma experimental com autorização do IBAMA, passando a ser cultivada comercialmente nos anos seguintes. O camarão *L. vannamei* é considerado introduzido no Brasil pelo IBAMA, inclusive na Região Sul (Portaria 145 – N, 29/10/98).

A opção pela utilização desta espécie para o desenvolvimento da carcinicultura de Santa Catarina ocorreu depois de vários anos de pesquisas com as espécies nativas que não apresentaram resultados técnico-econômicos satisfatórios (ANDREATTA *et al.*, 2002). Por outro lado o bom desempenho do *L. vannamei* no que se refere à sobrevivência, rápido crescimento e alta

produtividade nos cultivos, aliados a existência de pacote tecnológico para reprodução e engorda e a oferta de rações balanceadas justifica a sua escolha (ANDREATTA *et al.*, 2002).

A introdução de espécies aquáticas sempre causa preocupação no que diz respeito ao escape para o meio ambiente e uma possível colonização e competição com espécies nativas. No caso do cultivo de camarões marinhos, que é realizado há mais de 40 anos em cerca de 50 países, não existem relatos de problemas relacionados à colonização de espécies. Um exemplo disto é o Brasil, onde foram introduzidas e testadas cerca de 10 espécies de camarões de diferentes procedências em fazendas de cultivo da Região Nordeste, desde os anos 70, não há referências constatando esses problemas.

De qualquer forma, as possibilidades de reprodução do *L. vannamei* na Região Sul do Brasil são extremamente remotas, já que se trata de uma espécie tropical que desenvolve sua maturação e desova em águas com temperaturas superiores a 26°C em profundidades entre 40 e 60m, condições não encontradas por aqui, mesmo nos meses de verão.

Com relação à alimentação natural, o *L. vannamei* é considerado menos agressivo e predador que as espécies nativas, alimentando-se dos primeiros níveis da cadeia alimentar.

Outra preocupação comumente levantada, quando se trata de espécies exóticas, diz respeito à transmissão de enfermidades. Nos últimos anos têm ocorrido vários problemas de enfermidades em camarões cultivados, principalmente de origem viral. Porém, na maioria dos casos, estas enfermidades foram inicialmente detectadas em populações selvagens e disseminadas para os organismos cultivados. Não existem relatos de disseminação de enfermidades de camarões cultivados para populações selvagens até o presente.

Estas constatações não significam que não existam riscos e que precauções não devam ser tomadas. O governo brasileiro proibiu, desde 1997, o ingresso de novos plantéis de camarões, assim como de qualquer crustáceo, como medida preventiva. Em Santa Catarina, o Programa Estadual para o Desenvolvimento do Cultivo de Camarões, através da CIDASC, vem implementando medidas de biosegurança (projeto de controle sanitário da CIDASC) junto aos produtores para prevenir o surgimento de enfermidades.

Ciclos de produção:

A fazenda será implantada com o que há de mais moderno em termos de engenharia de construção e hidráulica. Entre os aspectos da engenharia está prevista a recirculação de toda água utilizada na fazenda, o que poderá reduzir substancialmente o tempo de preparação dos viveiros e

facilitar a recuperação dos níveis da produtividade natural durante o ciclo, reduzindo assim o tempo de cultivo. Serão realizados dois ciclos de produção, um iniciando em setembro para despesca em janeiro e o segundo povoamento em fins de janeiro para despesca em maio.

Entre os ciclos de verão, os viveiros serão rapidamente preparados (15 dias) enquanto que nos meses de junho e julho todos os viveiros passarão por um período de repouso onde os fundos dos viveiros poderão ser calcariados, rotativados, realizando a limpeza e a reforma de comportas, canais, casas de bombas, etc.

Capacitação da mão-de-obra:

Os membros da Coopersanta receberão treinamento para o desempenho das diferentes ações necessárias para o funcionamento da fazenda, como preparação dos viveiros; aclimação das pós-larvas; controle do sistema de bombeamento; arraçoamento; leitura de parâmetros de qualidade da água; vigilância; manutenção e limpeza das estruturas de cultivo; despesca e administração. Cursos complementares serão promovidos para as famílias dos cooperativados.

O cultivo:

O processo de cultivo dos camarões, desde o povoamento até a colheita, dura em média 90 dias, período em que é necessária a aplicação de várias técnicas de manejo (ANDREATTA *et al.*, 2002).

A execução das atividades de arraçoamento, leitura de parâmetros de qualidade da água, manutenção, vigilância, biometrias, entre outras, absorverá a mão-de-obra de todos os membros da cooperativa de forma permanente. O funcionamento da fazenda criará uma demanda por vários insumos como fertilizantes, calcário, combustível, ração, materiais de construção e ferragens, gêneros alimentícios, provocando um aquecimento na economia local.

Os camarões são alimentados de duas a três vezes ao dia com ração comercial com teores de proteína entre 30 e 35%.

Preparação do solo dos viveiros:

A preparação inicial dos viveiros é feita a partir da análise do solo do fundo obtendo-se informações sobre o pH, o teor de matéria orgânica e os parâmetros de fertilidade. A partir daí procede-se a aplicação e a incorporação de calcário agrícola no solo.

Esse procedimento, além de reduzir a matéria orgânica do solo e aumentar o pH, ajuda a eliminar possíveis organismos indesejáveis ao cultivo que estejam presentes no solo.

Enchimento dos viveiros:

Os viveiros serão cheios de forma parcial e receberão fertilizantes químicos e posteriormente completados no seu nível máximo.

A fertilização é necessária para induzir a produtividade primária no viveiro e a seqüência da cadeia produtiva que vai alimentar os camarões na fase inicial do cultivo.

A fertilização de forma incorreta pode causar um desequilíbrio no viveiro através da eutrofização da água, obrigando trocas de água com a geração de efluentes fora dos padrões recomendados pela legislação.

Em condições normais de cultivo existe a necessidade de reposição diária de 5% do volume de água dos viveiros para compensar as perdas por evaporação e infiltração.

A captação de água de boa qualidade é de suma importância para o sucesso do cultivo, devendo ocorrer preferencialmente em períodos de maré alta e de baixa pluviosidade.

A água dos viveiros pode provocar a salinização da água do subsolo de propriedades adjacentes por infiltração, necessitando uma avaliação prévia da qualidade da água do subsolo da região.

O abastecimento dos viveiros com água de má qualidade pode provocar o acúmulo de sedimentos e matéria orgânica nos viveiros, podendo ficar depositada no fundo dos viveiros ou sair pelos efluentes no final da colheita.

Povoamento dos viveiros:

Os viveiros serão povoados com pós-larvas de *Litopenaeus vannamei* (Portaria nº 145/98, de 9 de outubro de 1998 do IBAMA,) adquiridas em estágios de pós-larvas 15 a 25.

Os povoamentos serão realizados a uma taxa de estocagem de 15 a 30 camarões/m². As pós-larvas serão adquiridas do laboratório da UFSC e de laboratórios privados que estão em fase de implantação no estado.

Os animais serão transportados em caixas isotérmicas de 400 litros, próprias para o transporte e que podem levar de 400 a 1.000 pós-larvas por litro.

Três dias antes do povoamento a fazenda informará ao laboratório de reprodução as condições de salinidade e de produtividade natural do viveiro a ser povoado.

Na fazenda, uma estrutura especial para aclimação (tanques maiores, bombas de ar, sistema de oxigênio puro, bomba de água, energia, cobertura, medidor de oxigênio, temperatura e pH) será preparada para dar segurança ao processo de aclimação. Considera-se que a aclimação das pós-larvas do laboratório para as condições mais adversas dos viveiros de cultivo é decisiva para a obtenção de boas taxas de sobrevivência e, conseqüentemente, bom resultado econômico no ciclo de produção.

Serão aplicados todos os passos e procedimentos descritos pelo manual de aclimação da EPAGRI/UFSC (2001), onde os parâmetros de temperatura, salinidade e especialmente o pH serão gradativamente igualados com os níveis dos parâmetros da água dos viveiros.

Para o caso da temperatura, são necessários 15 minutos para cada grau centígrado, enquanto que para o pH são necessários 60 minutos para cada grau. Durante este tempo, uma bomba d'água, com a saída estrangulada levará até as caixas de aclimação volumes de água do viveiro para que proporcionem o gradativo nivelamento dos parâmetros.

Durante todo este período, a alimentação das pós-larvas será feita com biomassa de *artêmia salina* para que estejam suficientemente fortes para enfrentar as novas condições no viveiro de cultivo. Mesmo que todos os parâmetros estejam igualados é necessário um período de aclimação de pelo menos duas horas.

Após a aclimação as pós-larvas serão liberadas para o viveiro onde permanecerão por um período de 80 a 120 dias, dependendo da época do ano, quando então os camarões serão despescados com peso médio de 11 a 14 g.

Em cada viveiro a ser povoado será colocada uma pequena caixa de tela (20 x 20 x 50), onde será liberado um número conhecido, normalmente 100 pós-larvas que será avaliado quanto à sobrevivência, 24 e 48 horas após a liberação. Este procedimento poderá colaborar na identificação precoce de algum problema de qualidade de larva ou de qualidade ambiental do viveiro.

Alimentação

A parte mais importante da alimentação dos camarões em sistemas semi-intensivos é constituída pelos alimentos naturais produzidos no próprio viveiro.

A fotossíntese realizada pelas microalgas faz a transformação da energia luminosa em energia química, estabelecendo a base de uma rica cadeia alimentar onde os camarões vão buscar os itens da sua alimentação. Portanto, manejar o viveiro para mantê-lo produzindo alimentos naturais é uma estratégia que permite ao produtor obter melhores índices econômicos em cada ciclo de produção.

O uso de calcário para provocar a sucessão de populações de plâncton, renovações mais fortes da água, o uso de aeradores e principalmente fertilizações com adubos químicos em pequenas doses, são ações que precisam ser executadas com presteza e com atenção durante todo o ciclo, pois a reciclagem dos nutrientes e a intensa fotossíntese permitem que o sistema de produção seja sustentável do ponto de vista ambiental (TORIGOI, 2001).

A alimentação artificial constitui um método direto (incorporação de substâncias nutritivas para os camarões dos viveiros).

A qualidade e a quantidade corretamente administradas são fundamentais para o sucesso da criação de camarões. Durante o período de cultivo será utilizada uma ração comercial específica para camarões. Toda ração, obrigatoriamente, será oferecida em bandejas apropriadas para este fim (WINCKLER *et al.*, 1999).

O adicionamento de alimento será realizado de duas a três vezes ao dia (no início do cultivo) e quatro vezes ao dia no último mês do ciclo.

As bandejas são utilizadas para avaliar a quantidade de ração consumida pelos camarões e especialmente para poder retirar as sobras, evitando-se assim o comprometimento da qualidade da água do viveiro. O consumo diário de ração por viveiro, quando utilizado o sistema de bandeja, permite determinar com boa precisão a biomassa do viveiro em cada momento do ciclo de produção e especialmente prever a necessidade de aquisição de ração e quantificar o volume de camarão a ser despedido (SEIFFERT *et. al.*, 1998b).

Manejo dos viveiros de engorda:

A preparação dos viveiros antes do início do cultivo é de suma importância, influenciando diretamente no sucesso ou no fracasso do empreendimento.

Na preparação e durante todo o cultivo são aplicadas técnicas de manejo do solo e de manejo da água que permitem ao viveiro produzir uma gama de alimentos naturais como as algas diatomáceas (fitoplâncton), copépodos (zooplâncton) e outros organismos que se alimentam destes, que serão o alimento principal para os camarões cultivados. A ração é importante, mas é complementar.

Uma das práticas mais importantes é a completa drenagem da água e a exposição do viveiro seco ao sol. Este procedimento permite eliminar predadores, reestruturar o solo, reduzir matéria orgânica e cortar o ciclo de possíveis enfermidades.

No momento em que o viveiro está seco é procedida a calagem do solo, com 500 kg por ha, quando for para manutenção, ou de 2 a 10 ton. por ha para a primeira correção. As quantidades são determinadas pelo pH e outras características do solo, conforme as mesmas técnicas da correção do solo em agricultura. O solo deve ser revolvido com equipamento próprio (enxadas rotativas) após cada ciclo de produção e se isso não for possível, pelo menos uma vez ao ano (SEIFFERT *et. al.*, 1998a).

Em seguida, os viveiros serão gradativamente abastecidos com a água salobra (± 15 PSU). Quando o sistema de recirculação de água estiver com água rica em fito e zooplâncton poderá ser usada para abastecer novos viveiros induzindo a formação de uma importante comunidade de fito, zooplâncton e bactérias desejáveis.

Para a preparação dos viveiros e durante os primeiros 45 dias toda a água de abastecimento deverá passar por um sistema de telas de 0,5mm para garantir que não entrem predadores ou suas formas jovens. Após 45 dias as telas poderão ser mudadas para 2mm ou mais, para facilitar maior ingresso de água nos viveiros.

O abastecimento do viveiro inicialmente deverá ser feito até os 30 ou 40cm, quando a fertilização da água com adubos químicos será efetuada. Normalmente 50Kg de uréia e 10Kg de superfosfato triplo por ha. Este procedimento vai favorecer a formação de uma cadeia alimentar com base na produção fotossintética que dará suporte ao desenvolvimento do camarão. Antes da liberação das pós-larvas os viveiros serão gradativamente completados. Especial atenção deve ser dada ao parâmetro alcalinidade do viveiro, sempre deverá estar próxima a 90 mg.l⁻¹.

Para a obtenção de altas produtividades nos cultivos é necessária uma série de procedimentos diários para o monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água e para o manejo do alimento artificial.

A renovação da água prevista é em média 10% por dia, não necessitando ser feita diariamente. Será realizada de acordo com os parâmetros físico-químicos da água, com o crescimento do camarão e especialmente com a transparência e coloração da água que deverá ser mantida entre 25 e 40cm e coloração marrom.

Uma vez por semana serão realizadas amostragens do camarão para acompanhamento do seu crescimento e avaliação da sua condição de saúde. O controle do crescimento do camarão em cada viveiro é necessário para determinar ações de renovações de água, uso de calcário ou outras que induzam o camarão a realizar a ecdise (trocar de casca) e conseqüentemente acelerar o

crescimento.

O monitoramento do oxigênio da água, especialmente na madrugada, a medição da transparência da água, coloração e temperatura, são parâmetros essenciais que orientam o operador a estabelecer estratégias para manter, melhorar ou mesmo alterar as condições do viveiro de produção.

O acionamento de aeradores, a renovação ou recirculação de água, o uso de calcário e outros produtos são possibilidades que normalmente são usadas para garantir boas condições ecológicas no viveiro e o conforto dos animais para o maximizar a produção.

Sistema de recirculação da água e decantação dos efluentes

O desenho e a engenharia hidráulica da fazenda permitirão que toda a água utilizada nos viveiros possa ser armazenada e recuperada nos canais de escoamento, viveiro de decantação e reservatório para ser reaproveitada através da redistribuição da água (NUNES, 2002).

Nos canais de escoamento, no reservatório e especialmente no viveiro de decantação serão instalados aeradores e barreiras de decantação que permitirão a eventual redução dos níveis de matéria orgânica, amônia e outros compostos (BOYD, 1990) .

Colheita ou despesca:

Quando o camarão atinge peso médio superior à 12g, em cerca de 90 dias de cultivo, é realizada a colheita ou despesca. Esse processo ocorre pela drenagem total do viveiro através da comporta de despesca, onde os camarões são retidos com redes com malha de 2cm em forma de funil. A drenagem dos viveiros ocorre de forma lenta, retirando-se cerca de 60% da água para depois iniciar a liberação dos camarões e a retenção do lado de fora da comporta.

Geralmente é realizada a despesca de apenas um viveiro por dia, tendo em vista a necessidade do envolvimento de muita mão-de-obra no processo e as diferenças de desenvolvimento dos camarões, que ocorrem principalmente em decorrência das diferentes datas de povoamento, que geralmente faz com que os viveiros povoados antes estejam prontos para a despesca primeiro.

Os possíveis impactos ocasionados pela despesca estão relacionados ao grande volume de efluentes gerados que, dependendo da sua qualidade, pode causar a eutrofização e assoreamento do corpo receptor a erosão e assoreamento das valas de drenagem e o escape de camarões para o meio ambiente. No caso do presente projeto, o canal de recirculação e o viveiro de tratamento evitarão qualquer problema.

Os impactos dos efluentes não podem ser analisados de forma isolada, devendo ser consideradas as interações com as demais fazendas implantadas na região.

Os principais benefícios da atividade ocorrem nesta etapa com a comercialização da produção, gerando recursos que serão utilizados para quitação do financiamento, pagamento dos custos operacionais, retenção para os fundos legais e a repartição dos lucros entre os 42 membros da cooperativa.

Também ocorrerá um aumento no número de empregos no restante da cadeia produtiva, incluindo produção de larvas e ração, transporte, beneficiamento e venda no varejo ou para a exportação. Nesse processo ocorrerá geração de impostos diretos e indiretos e o incremento na circulação de dinheiro no município de Laguna e região.

1.2 – Plano de Controle Ambiental (PCA)

Para possibilitar o controle ambiental, uma série de aspectos precisam ser considerados para o planejamento do desenho das unidades de produção e do conjunto das unidades.

É fundamental a definição da adução de água, canais coletivos, canais internos e canais de drenagem (internos e coletivos), de formas que menos cortes de terreno e menor interferência sobre as áreas que precisam ser preservadas (área de afastamento, reserva legal ou áreas de preservação permanente que estejam dentro das propriedades).

GESAMP (2001) já concluíram que a sustentabilidade das unidades de produção é diretamente dependente da escolha do local, do desenho e da engenharia aplicada, para possibilitar melhores condições de operação, garantindo o controle ambiental e principalmente o próprio processo produtivo. Sempre deve ser escolhido o posicionamento do canal de drenagem para que a liberação da água seja o mais distante possível do ponto de captação ou adução.

1.2.1 - Controle ambiental durante a construção

Proteção das reservas e das áreas vizinhas

Durante a preparação do terreno e a construção, especial cuidado deve ser dado para prioritariamente manter a integridade e as características originais da área a ser protegida. Qualquer ingerência como o uso da área preservada para retirada de madeira ou permitir o escape de fogo, em caso de queimadas autorizadas pelos órgãos competentes, constituem fatores altamente negativos para o empreendimento.

Como controle ambiental, uma das primeiras ações no início da construção das unidades de produção é o estabelecimento de valas ao redor das reservas e nas divisas, especialmente para evitar que a água salgada que inundará os futuros viveiros invada a área de vegetação preservada ou mesmo invada por infiltração áreas de manancial subterrâneo de água para agricultura e uso humano. Estas valas sempre devem ter inclinação e saída para pontos baixos naturais para onde a água, que eventualmente sai dos viveiros, possa sair por gravidade sem causar modificações nestes corpos de água doce.

Para as áreas que apresentarem risco de contaminação de mananciais de água doce é necessário

além destes cuidados estudos do comportamento e fluxo do lençol freático, com emissão de laudo por técnicos credenciados antes mesmo da emissão da LAP.

Cuidados com a remoção do solo

A construção dos viveiros, sempre presuppõe grande movimentação de solo o que pode criar condições favoráveis para o carreamento de material para fora da área do viveiro ou pela ação da chuva e ou ação do vento. O planejamento da construção deve prever prioridades para a implantação dos canais de escoamento e das comportas onde todo o material escorrido possa ser administrado.

Cobertura vegetal

Imediatamente após a construção de cada talude deve ser procedido o plantio de grama para evitar a erosão e melhorar o aspecto visual da paisagem. Já os canais de adução podem ser revegetados nas bordas com *Spartina* e outras espécies de vegetação nativa que venham a se adaptar nestes ambientes.

As áreas constituídas da reserva legal, quando não providas de vegetação nativa devem receber atenção especial para a sua recomposição. Em muitos casos o isolamento da área para evitar a entrada de animais e veículos permitiram o processo de sucessão natural com as espécies locais e em muitos casos o retornos dos grupos de animais.

Espécies nobres ou raras

Na área a ser construída, sempre que houver possibilidade, devem ser transplantadas espécies nativas de árvores para a área da sede da fazenda ou outra onde poderão ter pleno desenvolvimento. Da mesma forma, espécies de animais podem ser retirados ou facilitada a sua saída para as áreas de reserva. Isso deve ser feito como o apoio de trabalhos educativos com os funcionários da fazenda e das empreiteiras.

Responsabilidade técnica do projeto de engenharia

Para se atingir a plenitude do controle ambiental, o projeto de engenharia deve ser seguido a risca, especialmente para viabilizar a sedimentação e o tratamento dos efluentes e o reaproveitamento da água. São altos os custos para a execução das obras de sedimentação, tratamento e redistribuição da água. Caso o projeto seja mal executado, o esforço terá sido em vão e ainda uma perda substancial da área de produção, uma vez que a maior parte dos planejadores indicam a destinação de uma área para tratamento de efluentes equivalente a 10 e 15% da área dos viveiros de produção.

O técnico além de assinar a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica), deve acompanhar todas as atividades de construção do projeto. Esta medida garante a correta implantação do projeto e principalmente o seu pleno funcionamento durante a fase de operação.

Cuidados com o uso de insumos na construção

O óleo diesel e os lubrificantes constituem fonte potencial de poluição e precisam ser rigorosamente controlados. Cuidados especiais no armazenamento e no manuseio podem evitar qualquer liberação para o solo ou manancial de água. As trocas de óleo lubrificante, devem ser feitas em locais seguros preferencialmente fora das áreas de viveiros e longe das valas de água.

Lixo e esgoto doméstico

Na implantação das unidades de produção, grande número de pessoas estará atuando sobre a área. Como medida de controle ambiental, primeiramente deve ser construída a sede ou o canteiro de obras onde os banheiros devem ser construídos dentro das normas técnicas e com prioridade. Na mesma direção, a organização e destinação do lixo devem ser definidas.

1.2.2 – Controle ambiental durante o processo produtivo

A exemplo da necessidade de um planejamento preventivo para a construção, também durante o processo produtivo o controle ambiental assume importância cada vez maior em cada unidade de

produção. Primeiramente o processo produtivo não pode ultrapassar os limites determinados por lei o que impediria a renovação da licença de operação emitida pelo órgão licenciador. Também como o produto camarão é principalmente um bem exportável, a certificação vai exigir que seja produzido dentro das normas da certificação. Por último, a correta localização e um planejamento inteligente da construção, associados a práticas de controle ambiental durante o processo produtivo, permitem maior sustentabilidade ambiental e econômica, assegurando maior longividade do empreendimento.

Ecologia do viveiro:

Em qualquer sistema de produção de camarões, os alimentos naturais produzidos na cadeia trófica cuja base são as microalgas, tem importância fundamental.

As relações entre área fotossintética, a qualidade da água e o conjunto de organismos (bactérias, fito, zooplankton, zoobentos etc...) vão determinar a disponibilidade de alimentos e o conforto para que os camarões possam expressar ao máximo sua capacidade de crescimento. O equilíbrio e o sucesso do cultivo dependem diretamente da capacidade depurativa do próprio viveiro. Portanto, o manejo dos vários fatores deve ser executado com precisão para manter o viveiro equilibrado durante todo o ciclo de produção.

Cuidados com o solo:

É necessário expor o solo ao sol, entre os ciclos de produção, corrigir o pH como o uso de calcário agrícola, rotativar o fundo do viveiro, são práticas bem aplicadas no Brasil e constituem um dos alicerces do sucesso dos cultivos no país (SEIFFERT *et. al.* 1998b).

Manejo da alimentação:

A alimentação artificial e a sua aplicação evoluíram e vão continuar evoluindo na direção da sustentabilidade (SEIFFERT, *et al.*, 1998b). A qualidade do alimento para a sua completa utilização dentro do viveiro, como por exemplo alimento com menor teor de proteína, reduzem as sobras de nitrogênio e fósforo, permitindo melhor qualidade do solo e da água (PAEZ-OSUNA *et. al.*, 1997).

As técnicas de alimentação em bandejas cujo princípio é o de colocar na água apenas o que o camarão consome e poder retirar as sobras são de inestimável valor pela economia de alimento,

redução da poluição e ainda porque aumenta a demanda de mão de obra não especializadas.

Controle da produtividade primária:

A base da cadeia trófica que é formada pelas microalgas, de preferência por diatomáceas de coloração marrom, pode ser controlada pelas proporções de nitrogênio e fósforo adicionados como fertilizantes. A transparência da água deve ficar entre 25 e 40 cm para que a base da cadeia não seja exagerada ou pobre (respectivamente) em alimentos naturais.

Técnicas de manejo da água, da fertilização, uso de calcário e uso de aeradores são artifícios utilizados para manter a água equilibrada durante todo o cultivo (BOYD, 1990).

Uso de aeradores:

Para o controle ambiental dos viveiros os aeradores mecânicos tem extrema importância. Primeiramente porque incorporam oxigênio na água e mantém o nível dentro dos padrões de conforto do camarão durante 24 horas do dia. A circulação da água que os aeradores promovem torna o viveiro dinâmico e desestratificado o que é altamente benéfico para o conforto dos camarões. Ainda os aeradores pela incorporação de oxigênio dissolvido e pela dinâmica facilitam a volatilização da amônia tóxica e mineralização aeróbica do material orgânico (BOYD, 1990).

Sistema anti fuga:

Não há evidências de que os camarões que escapam das fazendas proporcionem problemas ao meio ambiente. Entretanto, é prudente minimizar qualquer saída, primeiro pela perda de biomassa e ainda pela precaução. Dois pontos são fundamentais para o controle: primeiro na comporta de drenagem onde um sistema de tela evita a saída dos camarões. O segundo sistema de redes de malha fina deve ser colocada na saída dos canais de drenagem para capturar especialmente os camarões que escapam na colheita.

Material carregado no final da despesca:

Via de regra a água que sai do viveiro de produção durante o ciclo e inclusive durante a despesca apresenta baixa concentração de material em suspensão, ficando dentro dos limites estabelecidos

na legislação. Entretanto no final da despesca, quando a água assume maior velocidade junto ao solo, suspende material orgânico e argila que poderão ser liberadas para o ambiente. O uso de canais de recirculação e viveiros de sedimentação, soluciona completamente o problema de lançamento direto no ambiente. A passagem da água pelos canais de recirculação e pelo viveiro de sedimentação, além de diminuir o material em suspensão, ajudam na oxidação do material orgânico, disponibilizando os nutrientes para serem reutilizados na cadeia produtiva tanto do próprio viveiro como no ambiente natural.

Na concepção do projeto deve ser levado em consideração esta necessidade a qual indicará o tipo de desenho requerido para o caso em especial.

1.3 – Plano de Monitoramento Ambiental (PMA)

1.3.1 - Responsabilidade técnica

O acompanhamento da implementação das medidas mitigadoras dos possíveis impactos ambientais nas diferentes fases do projeto é de inteira responsabilidade do empreendedor, a Coopersanta, com a contratação de profissionais devidamente capacitados.

Na fase de implementação deverão ser contratados profissionais das áreas de engenharia e topografia, que ficarão responsáveis pela execução das obras previstas no projeto sem que haja prejuízo nas outras formas de acompanhamento pelos órgãos competentes.

Na fase de operação a fazenda deverá contar com um profissional com formação na área de cultivo de camarões, responsável pela aplicação das corretas tecnologias de produção. Esse profissional orientará e supervisionará o trabalho das equipes de campo nas suas diferentes funções.

1.3.2 – Parâmetros do monitoramento ambiental e definição dos pontos de amostragem

Como mencionado anteriormente, durante os ciclos de cultivo ocorrerá o monitoramento periódico da qualidade da água de abastecimento, drenagem e dos viveiros de produção.

A avaliação da qualidade da água de abastecimento permitirá que somente seja bombeada água para os viveiros quando apresentar boa salinidade e baixas concentrações de material em suspensão.

As análises de rotina da água dos viveiros incluem a salinidade, pH, oxigênio dissolvido e a transparência, lidas diariamente, e a alcalinidade, sulfeto, ferro, nitrito e a amônia, semanalmente.

O plano de monitoramento da água dos efluentes deverá seguir as orientações estabelecidas pelo órgão ambiental estadual – FATMA, normatizado pelo resolução CONAMA 312, 2002.

Parâmetros hidrobiológicos, numa frequência mínima de coleta trimestral. Material em suspensão (mg.l^{-1}); Transparência (Disco de Secchi - m); Temperatura ($^{\circ}\text{C}$); Salinidade (ppt); OD (mg.l^{-1}); DBO, pH; Amônia-N; Nitrito-N; Nitrato-N (mg.l^{-1}); Fosfato-P (mg.l^{-1}) e Silicato-Si, Clorofila (a) e coliformes totais.

A periodicidade e a quantidade de viveiros amostrados poderá ser alterada, dependendo da

orientação do órgão ambiental.

Os resultados dos parâmetros analisados deverão ser inferiores aos valores máximos, estabelecidos na Resolução CONAMA nº 20, de 1986, no seu artigo 21, conforme tabela 18.

Tabela 18 - Valores e metas a serem alcançados para o controle de efluentes derivados dos viveiros de camarão marinho em comparação aos limites do CONAMA n. 20/86 e FATMA.

Parâmetros	Conama ¹	FATMA ³	GAA Inicial ²	GAA Meta ²
pH	6,5	6,0-9,0	6,0-9,5	6,0-9,0
Mat. Sedimentável		1,0 mg.l ⁻¹		
Sólidos totais em suspensão			100mg.l ⁻¹	50mg.l ⁻¹
Fósforo total		1,0 mg.l ⁻¹	0,5mg.l ⁻¹	0,3mg.l ⁻¹
Ntotal		10,0 mg.l ⁻¹		
Amônia nitrogenada total	0,4 mg.l ⁻¹		5mg.l ⁻¹	3mg.l ⁻¹
DBO 5dias	3 mg.l ⁻¹	15,0mg.l ⁻¹	50mg.l ⁻¹	3 mg.l ⁻¹
Oxigênio Dissolvido	5 mg.l ⁻¹		4mg.l ⁻¹	4 mg.l ⁻¹

¹ Níveis recomendados para águas enquadradas na Classe 7, classificadas como tendo salinidade igual ou inferior a 0,5 e 30,0 PSU (MMA, 2002). ² BOY e GAYTIER (2002). ³ Decreto estadual n. 14.250 de 05/06/81.

Os pontos de coleta de água para o monitoramento ambiental estão representados nos mapa 24.

Mapa 24 – Mapa com a representação dos pontos de coleta de água para monitoramento da unidade de produção COOPERSANTA.